

Ueber Abnützung und Dauer der Eisenbahnschienen.

Von

Franz Stockert,

Centralinspector der a. priv. Kaiser Ferdinand-Nordbahn.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. P und Q.)

1. Wichtigkeit und Unzulänglichkeit der Kenntniss über die Abnützung der Eisenbahnschienen.

Unter den bei den Eisenbahnen verwendeten Materialien nehmen die Schienen einen hervorragenden Rang ein, da sie einen nicht unwesentlichen Theil der Anlagekosten beanspruchen, und der Werth derselben bei den sämtlichen Eisenbahnen sich nur nach vielen hundert Millionen Gulden schätzen lässt.

Sie beanspruchen die Aufmerksamkeit des Eisenbahn-Technikers aber noch mehr deshalb, weil wenige Verbrauchs-Materialien bei den Eisenbahnen in gleichem Masse der Abnützung unterliegen, so dass die Erneuerungskosten derselben jedes Jahr abermals viele Millionen Gulden verschlingen.

Wenn dieser Thatsache die Summe der Erfahrungen über die Ursachen der längeren oder kürzeren Dauer der Eisenbahnschienen entgegen gehalten wird, welche seit dem beinahe vierzigjährigen Bestande von Eisenbahnen gesammelt wurden, so muss anerkannt werden, dass die Kenntniss über die Abnützung und Dauer mit der Wichtigkeit derselben nicht im Einklange steht, indem darüber noch sehr wenig Positives bekannt ist. Während beinahe in allen Zweigen des Bau- und Constructionswesens über die Wahl des entsprechendsten Materiales die vollste Sicherheit herrscht und die Dimensionen bei den verschiedensten und complicirtesten Eisenconstructions mit grosser Genauigkeit berechnet werden, hängt man bei den Eisenbahnschienen an dem Herkömmlichen, und wird in der Regel ohne besondere Rücksicht auf die Anlageverhältnisse der Bahn und das Gewicht der zur Verwendung kommenden Fuhrwerke, irgend ein beliebiges Schienenprofil zur Anwendung gebracht.

Dass über die Bedingungen für die Abnützung und die kürzere oder längere Dauer der Eisenbahnschienen trotz dem langen Bestande und der bedeutenden Ausdehnung der Eisenbahnen noch viele Unklarheit herrscht, ist daraus zu ersehen, dass erst im Jahre 1864 — also nach mehr als dreissigjährigem Bestande von Eisenbahnen — selbst der Verein der deutschen Eisenbahn-Techniker unter vielen anderen auch die Frage zur Beantwortung aufgeworfen hat: „Wie gross nach den bisherigen Erfahrungen auf Eisenbahnen mit einer mittlern Frequenz unter Angabe der etwaigen Zahl der Züge in den verschiedenen Zeitperioden und wo möglich der über dieselben transportirten Lasten die Dauer der Schienen, welche bisher angewendet wurden, anzunehmen sei.“ — Wenn durch diese Frage auch angedeutet ist, dass die Frequenz der Bahn von Einfluss auf die Dauer der Schienen sei, so sind doch noch so viele andere wichtige Factoren für die längere oder kürzere Dauer entscheidend, dass die Angabe der mittleren Dauer der Schienen ohne Rücksicht auch auf

diese anderen Factoren von jeder Bahn, wenn auch ganz richtig, doch verschieden ausfallen, und das Resultat ganz werthlos sein müsste.

Einen weiteren Beweis für die Unkenntniss der Bedingungen über die Abnützung und Dauer der Schienen gibt die beinahe in allen Lieferungsbedingungen aufgestellte Haftpflicht der liefernden Eisenwerke für die gute Qualität der Schienen, wo eine Haftzeit bedungen wird, während welcher unbrauchbar gewordene Schienen ersetzt werden müssen, aber darauf gar keine Rücksicht genommen wird, dass auch die während der Haftzeit nicht zerstörten Schienen in ihrer Qualität sehr verschieden sein können. Da nun aber in der Regel doch nur wenige Procente der gelieferten Schienen während der Haftzeit schadhaft werden, so ist es leicht erklärlich, dass die dadurch gewährte Garantie beinahe ganz werthlos ist. Andererseits müssten, wenn eine strengere Haftpflicht den Lieferanten auferlegt würde, die Unkenntniss und Nichtberücksichtigung der vielen auf die längere oder kürzere Dauer der Schienen Einfluss nehmenden Factoren denselben die empfindlichsten Nachtheile bringen.

Dass über die Abnützung und Dauer der Eisenbahnschienen bisher so wenig bekannt ist, rührt wohl hauptsächlich daher, dass gleichzeitig so viele Factoren darauf von Einfluss sind. Das zur Erzeugung der Schienen verwendete Materiale, die Art der Fabrication der Schienen, das Gewicht und der Querschnitt derselben, die Construction des Oberbaues, die Instandhaltung desselben, die Anlageverhältnisse der Bahn (Steigung, Richtung, Einschnitte), endlich die Inanspruchnahme der Schienen nach Zahl und Belastung der Fuhrwerke sind von wesentlichem Einfluss auf die längere oder kürzere Dauer, und ist es sehr schwierig, die Wirkung jedes einzelnen Factors getrennt für sich zu ermitteln. Da nach der Natur der Sachlage Beobachtungen erst nach einer langen Reihe von Jahren einige Anhaltspunkte geben, so ist es auch erklärlich, dass sich die Ingenieure so wenig angeregt fühlen, trotz der unverkennbaren grossen Wichtigkeit des Gegenstandes, mit Forschungen über die Abnützung und Dauer der Schienen sich zu befassen.

Um eine Garantie für die gute Qualität der gelieferten Schienen zu erlangen, haben einige Bahnverwaltungen die Wahl und Paquettirung der zu verwendenden Eisensorten vorgeschrieben, haben die Fabrication überwacht, ohne aber dadurch zu einem verlässlichen Resultate gelangt zu sein. Auch die sorgfältigsten Bruch-, Belastungs- und Fallproben gewähren, wie die Erfahrung gelehrt hat, keine Garantie für die Dauer der Schienen, und mag die Ueberzeugung, dass durch die bisherigen Uebernahmsproben keine Sicherheit für die gute Qualität der Schienen zu erlangen ist, Veranlassung gewesen sein, dass ein Ingenieur allen Ernstes vorgeschlagen hat, zur Erprobung der Qualität einer grösseren Lieferung von Schienen kleinere Probenpartien in einen Kreis zu legen, und durch einen darüber bewegten Wagen, der mit einem Zähl-Apparat verbunden ist, entsprechend oft zu befahren und auf diese Weise zu

erproben. Dieser Vorschlag gibt zwar eine Bestätigung dafür, dass alle Vorschriften für die Fabrication und die bisherigen Uebernahmsproben keine Garantie für die Qualität der Schienen gewähren, zeigt aber auch die vollständige Unkenntniss des Einflusses der vielen Factoren, von denen die Abnützung und Dauer der Schienen abhängig ist.

Zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit und der Dauer der Schienen hat man das Schienenprofil nach Form und Gewicht verstärkt, und ist, als auch dies nicht ausreichte, zur Verwendung von Schienen aus Feinkorneisen, zu Eisenschienen mit Stahlköpfen, endlich zu solchen ganz aus Puddelstahl, Bessemerstahl und sogar aus Tiegelgussstahl übergegangen.

Wenn auch ohne Zweifel hierdurch ein Fortschritt erzielt wurde, so kann man sich doch darüber keine genaue Rechenschaft geben, ob die dadurch erwachsenen Mehrkosten ökonomisch gerechtfertigt seien.

Der ökonomische Werth des verwendeten Materiales kann nur dann richtig beurtheilt werden, wenn es möglich ist, die Dauer der verwendeten Schienen unter einer bestimmten Inanspruchnahme zu ermitteln. Nachdem auf die Dauer der Schienen das Schienenprofil, die Construction des Oberbaues, die Instandhaltung und die Anlageverhältnisse der Bahn, endlich die Inanspruchnahme derselben von wesentlichem Einflusse sind, so würde demnach ein Vergleich über die Dauer verschiedener Schienen nur dann zulässig sein, wenn die Benützung derselben unter ganz gleichen Verhältnissen stattfände, und wenn es möglich wäre, die einzelnen, einflussnehmenden Factoren durch Coëfficienten zu beziffern. Was das Schienenprofil (Gewicht und Form des Querschnittes), die Construction und Instandhaltung des Oberbaues betrifft, so ist diese auf derselben Bahn in der Regel nicht verschieden.

Rücksichtlich der Construction des Oberbaues und der Instandhaltung gelten da gleiche Vorschriften und ist der Einfluss der Instandhaltung auf die Dauer der Schienen auch nicht so bedeutend, dass dadurch die Richtigkeit von Vergleichen im Grossen gefährdet wäre. Anders ist es mit der Inanspruchnahme, welche oft auf derselben Bahn auf verschiedenen Bahnstrecken so verschieden ist, dass ein Vergleich der Qualität der Schienen nach der Dauer allein, ohne Berücksichtigung der Inanspruchnahme, selbst bei gleichen Anlageverhältnissen der Bahn zu den grössten Irrthümern führen würde.

Aus diesem Grunde empfiehlt es sich um so weniger, die Zeit als Basis für die Beurtheilung der Qualität der Schienen zu benützen, wie es bisher beinahe allgemein geschah, und alle übrigen Factoren durch Coëfficienten zu beziffern, als dieselbe auf die frühere oder spätere Zerstörung der Schienen ohne Einfluss ist. Es ist vielmehr weit natürlicher, da die Dauer der Schienen in erster Linie von der Inanspruchnahme abhängig ist, diese letztere als Basis für die Beurtheilung der Qualität zu benützen.

2. Statistische Nachweisungen über die Schienenabnützung (Zerstörung) durch die darüber transportirte Bruttolast.

Die Inanspruchnahme der Schienen findet ausschliesslich durch die Räder der darüber rollenden Fuhrwerke statt. Nachdem die Fuhrwerke aber in ihrem Gewichte sehr verschieden sind, so würde die Zahl der über die Schienen bewegten Räder allein keinen richtigen Massstab für die Inanspruchnahme abgeben, und erscheint es daher am verlässlichsten, die transportirte Bruttolast als Vergleichsbasis für die Qualität der Schienen anzunehmen, und nachdem wieder die Qualität der Schienen unter sonst gleichen Verhältnissen durch die kürzere oder längere Dauer derselben sich äussert, so wird die Qualität der Schienen bei gleicher darüber transportirter Bruttolast nach der grösseren oder kleineren Anzahl unbrauchbar gewordener Schienen zu beurtheilen sein.

Die transportirten Bruttolasten und die durch dieselben zerstörten, also aus der Bahn entfernten Schienen bringen demnach die Qualität verschiedener Schienen zur Anschauung, wenn die Beobachtungen lange genug fortgesetzt worden sind. Es wäre sehr schwierig, von vielen Bahnstrecken eine Reihe von Beobachtungsergebnissen über durch die darüber transportirten Bruttolasten zerstörte Schienen, durch Zahlen allein zu veranschaulichen.

Deshalb wurden bei den der nachfolgenden Schlussfolgerung zu Grunde gelegten statistischen Nachweisungen graphische Darstellungen benützt. Es wurden von jenen Bahnstrecken, welche durchaus mit von denselben Eisenwerken gleichzeitig gelieferten Schienen belegt sind, und wo seit der Verlegung mit neuen Schienen verlässliche Aufschreibungen über die successive zerstörten Schienen vorhanden waren, die darüber beförderten Bruttolasten ermittelt und graphisch dargestellt.

Bei der Kaiser Ferdinands-Nordbahn war es möglich, für viele Bahnstrecken, also für eine grosse Anzahl von Schienen solche Erfahrungsergebnisse zu erlangen, da grundsätzlich beim Neubau der Bahnen und bei der seit dem Jahre 1860 eingeführten regelmässigen Erneuerung des Oberbaues nur Schienen derselben Lieferung auf grössere Bahnstrecken zusammenhängend gelegt wurden, und weil auch die transportirten Bruttolasten nach den statistischen Nachweisungen zu ermitteln waren.

Bei diesen graphischen Darstellungen wurde auf einer Abscissenlinie die über eine Bahnstrecke transportirte Bruttolast, und zwar nach Millionen Brutto-Centnern, auf die Ordinaten die Summe der durch diese transportirte Bruttolast zerstörten und aus der Bahn entfernten Schienen aufgetragen, und zwar, weil das Verhältniss dasselbe bleibt, und der Vergleich erleichtert wird, in Procenten der auf einer Bahnstrecke zusammenhängend liegenden Schienen.

Die Verbindungslinie der Endpunkte der Ordinaten gibt daher ein Bild der successiven Zerstörung der Schienen durch die darüber transportirte Bruttolast, und nachdem

die Qualität von der grösseren oder kleineren Anzahl der durch dieselbe Bruttolast zerstörten Schienen abhängig ist, von der Qualität der Schienen selbst.

Auf den beigegebenen Tafeln sind eine Reihe solcher graphischer Darstellungen ersichtlich gemacht und umfassen dieselben:

Anzahl der Bahnstrecken	Anzahl der Schienen	Materiale der Schienen	Höhe der Schienen	Gewicht pr. Wr. Fuss	Länge in Meilen	Anmerkung
9	27208	Eisen	4"	23.1	10.139	Altes Nordbahn-Profil
4	16080	do.	4"	23.2	6.056	sog. Staatsbahn-Profil
4	8172	Puddel-Stahl	4"	23.2	3.140	detto
3	6077	do.	4 1/2"	19.3	2.639	Neues Nordbahn-Profil
20	57537	Zusammen	21.964	

Die statistischen Nachweisungen erstrecken sich auf den Zeitraum vom Jahre 1855 bis zum Ende des Jahres 1871 auf Schienen mit verschiedenen Profilen, aus verschiedenem Materiale, von mehreren Lieferanten, und auf Bahnstrecken mit den verschiedensten Anlage-Verhältnissen der Nordbahn, von der horizontalen Strecke bis zu solchen mit Steigungen von 1:150, von Geraden bis zu Curven von 300 Klafter Radius; mit dem stärksten und schwächsten Verkehr, mit der grössten und kleinsten vorkommenden Achsenbelastung, und verdienen daher sowohl wegen der Zeit als der Zahl und Länge der in die Beobachtung und Vergleichung einbezogenen Bahnstrecken, die daraus gewonnenen Resultate die vollste Beachtung.

3. Erfahrungsgesetz der successiven Zerstörung der Eisen- und Puddelstahlschienen.

Es ist allgemein bekannt, aber die Ursache noch immer nicht aufgeklärt, warum Schienen aus gleichem Materiale, in gleicher Weise erzeugt, von denselben Fuhrwerken befahren, welche also eine gleiche Dauer haben sollten, nicht gleichzeitig, sondern successive zerstört und unbrauchbar werden.

Für viele und verschiedene Bahnstrecken in der vorerwähnten graphischen Weise vorgenommene Untersuchungen haben nun ergeben, dass die, die Zerstörung der Schienen darstellende, nach aufwärts gekrümmte Linie, wenn vom ersten und letzten Theil derselben, wo Abweichungen sich bemerkbar machten, abgesehen wird, sehr annähernd einen Theil einer Ellipse bildet, deren eine Achse die Summe der bis zur gänzlichen Zerstörung aller Schienen über dieselbe bewegten Bruttolast, die andere Achse die Summe aller in der betreffenden Bahnstrecke liegenden Schienen darstellt.

Dieses Gesetz hat sich im Grossen und Ganzen überall wahrnehmen lassen, sowohl auf den Bahnstrecken mit den günstigsten, als auch mit den ungünstigsten Steigungs- und Richtungsverhältnissen, bei Eisen und bei Puddelstahlschienen, sowohl des ältesten, älteren als des neuesten Schienenprofils trotz der auffallendsten Verschiedenheit in der Qualität der Schienen.

Dass sich grössere oder kleinere Abweichungen der die Zerstörung der Schienen darstellenden Linie von der Ellipse ergeben werden, liegt wohl in der Natur der Sache.

Selbst wenn die beiden massgebenden Factoren, die bewegte Bruttolast und die Zahl der unbrauchbar gewordenen Schienen in allen Fällen mit der vollkommensten Genauigkeit nachzuweisen wären, so sind alle anderen, auf die längere oder kürzere Dauer der Schienen Einfluss nehmenden Factoren, die Witterungsverhältnisse, die Instandhaltung der Bahn, grosse Veränderungen in der Radbelastung durch Verkehrs-Conjuncturen etc. gewiss geeignet, solche Abweichungen herbeizuführen.

Wenn dem ungeachtet in den in den graphischen Darstellungen zur Anschauung gebrachten Fällen mit sehr wenig Ausnahmen die die Zahl der unbrauchbar gewordenen Schienen darstellende Linie ein Ellipsenstück bildet, so ist das gewiss nicht mehr ein Spiel des Zufalls und es müssen die wenigen dieser Regel nicht mit gleicher Schärfe folgenden Fälle als Ausnahme oder von ungenauen Daten herrührend angenommen werden.

Eine theoretische Begründung und Erklärung dafür zu finden, dürfte nicht leicht gelingen, wenn berücksichtigt wird, dass gewöhnlich die Schienen einer Lieferung in gleicher Weise erzeugt werden, und dass beinahe alle aus Lamellen erzeugten Schienen durch Trennung der Schweissflächen zu Grunde gehen.

Grössere Abweichungen zeigen sich, wie schon erwähnt wurde, in allen Fällen in der ersten, und so weit die Nachweisungen vorliegen, in der letzten Benützungsperiode.

Die erstere ist erklärlich und natürlich.

Alle Schienen mit Fabrikationsgebrechen, z. B. mit unganzen Stellen und wo während des Walzens durch Drehung des Paquetts die Lamellen eine unnatürliche Lage erhalten, werden in der Regel nach kurzer Zeit ihrer Benützung unbrauchbar, ohne dass dieselben durch die natürliche Abnutzung zerstört worden wären.

Ein weiterer Grund liegt in den bisher bei der Kaiser Ferdinands-Nordbahn gebräuchlichen Schienen-Lieferungsbedingungen, wornach die liefernden Eisenwerke innerhalb einer bestimmten Haftzeit alle schadhaften Schienen ersetzen müssen. Dass unter den schadhaften Schienen, welche innerhalb der Haftzeit aus der Bahn entfernt werden, viele sind, welche noch lange Zeit in der Bahn bleiben könnten, bevor sie wegen gänzlicher Unbrauchbarkeit entfernt werden müssten, ist eine bekannte Thatsache, indem jeder Mangel zur Entfernung der Schiene be-

rechtigt, wenn dieselbe auch nicht sofort ganz unbrauchbar ist. Durch diese beiden Umstände erklärt sich die grössere Anzahl der schadhaften Schienen während der ersten Zeit der Benützung.

Die Abweichungen von der Ellipse in der letzten Benützungsperiode finden einen Erklärungsgrund darin, dass jede unbrauchbar gewordene Schiene ersetzt werden muss, daher durch den Ersatz der unbrauchbar gewordenen Schienen die Genauigkeit in der Ermittlung der ursprünglich eingelegten und schadhaft gewordenen Schienen ungünstig beeinflusst wird, u. z. in um so grösserem Masse, je grösser die Zahl der Schienen wird, welche ersetzt werden muss.

Recht auffallend erscheint dies in den letzten Punkten der Figuren Nr. 5, 9, 11, 12 und 13. Es sind diese Abweichungen dadurch veranlasst, dass neue Schienen des alten Nordbahn-Profiles (Fig. 5 und 9) seit dem Jahre 1860, Schienen des sogenannten Staatsbahn-Profiles (Fig. 11, 12 und 13) seit dem Jahre 1865 nicht mehr angekauft, zur Erhaltung von mit solchen Schienen belegten Bahnstrecken daher nur solche verwendet wurden, welche aus den ältesten Strecken durch gänzliche Auswechslung des Oberbaues zurückgewonnen wurden. Die Qualität dieser ist in der Regel schlechter, als jener der Bahnstrecke, zu deren Erhaltung sie verwendet werden, wodurch die Zahl der zerstörten Schienen sich steigert, das Verhältniss derselben daher ungünstiger erscheinen muss.

Wie später nachgewiesen werden wird, ist der Fehler, welcher hierdurch entstehen kann, nicht bedeutend, jedenfalls nicht gross genug, die Beurtheilung der Ausnutzungsfähigkeit der verwendeten Schienen dadurch wesentlich zu beeinträchtigen.

Bei der bisherigen Unkenntniss der Schienendauer ist es schon ein Fortschritt, wenn im Allgemeinen die successive Zerstörung der Schienen wenigstens annähernd nachgewiesen werden kann und dadurch ein Mittel gegeben ist, nach einem zur Gesamtdauer der Schienen verhältnissmässig kurzen Zeitraum, die weitere successive Zerstörung aller Schienen einer Lieferung beurtheilen zu können.

Dies ermöglicht aber die, einer Viertel-Ellipse in jedem Falle sich annähernde Form der Ausnutzungslinie, welche sich aus der graphischen Darstellung der bewegten Bruttolast und der durch dieselbe zerstörten Schienen ergibt.

Wenn die Summe aller in die Bahn verlegten Schienen $= b$, die bis zu einem Zeitpunkte über die sämtlichen Schienen bewegte Bruttolast $= x$, und die Summe aller bis zu diesem Zeitpunkte durch die darüber bewegte Bruttolast zerstörten und aus der Bahn entfernten Schienen $= y$, bekannt sind, so kann mittelst der bekannten Gleichung:

$$a = \frac{bx}{\sqrt{y(2b-y)}},$$

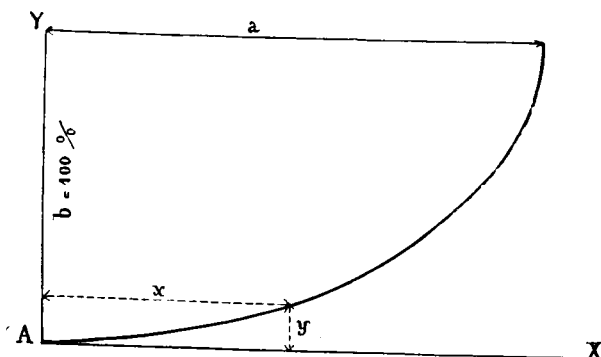
oder in Procenten

$$a = \frac{100x}{\sqrt{y(200-y)}}$$

die andere Achse $= a$ berechnet werden, nämlich die Bruttolast, welche bis zur Zerstörung aller Schienen über die betreffende Bahnstrecke passiren kann.

In den zur Anschauung gebrachten Fällen sind für alle Bahnstrecken, und zwar für jedes x und zugehörige y die Achsen a berechnet und durch die gefundenen Zahlen ersichtlich gemacht worden (z. B. in Fig. 1 durch die Zahlen 441, 453, 447 etc. etc.), und sind aus diesen berech-

Fig. 1.



neten (a) Resultaten die Abweichungen ersichtlich, welche bei den einzelnen Punkten stattfinden. Für jede Bahnstrecke sind für die aus dem arithmetischen Mittel sich ergebenden a die Ellipsen construiert worden, und es ist dadurch auch auf der Zeichnung ersichtlich gemacht, wie weit in der Wirklichkeit die einzelnen Endpunkte der Ordinaten von der berechneten Ellipse abweichen.

Es wäre, wie wiederholt erwähnt, bei den durch die anderen Einfluss nehmenden Factoren herbeigeführten ganz natürlichen Abweichungen sehr gewagt, nur aus einem x und dem zugehörigen y die bis zur Zerstörung aller Schienen über die Bahn zu transportirende Last a , also die Gesamt-Ausnutzungsfähigkeit der Schienen zu berechnen; es werden vielmehr immer durch längere Beobachtungen eine Reihe von x und die zugehörigen y zu erheben und für mehrere derselben die Achse a zu berechnen sein, weil nur dann das Resultat als ein verlässliches anzusehen sein wird, wenn in den berechneten a keine bedeutenden Differenzen vorkommen, was auch immer erst nach längerer Zeit der Inanspruchnahme der Fall sein wird, wo alle Schienen mit Fabricationsgebrechen bereits aus der Bahn entfernt sind.

(Schluss folgt.)

Ueber die Bestimmungen der Constanten der Winkelgleichung des Stampfer'schen Nivellir-Instrumentes.

Von

Anton Schell,

Professor der praktischen und darstellenden Geometrie am baltischen Polytechnikum zu Riga.

(Schluss.)

Sind m_1 , m_2 und m_3 die Wurzeln dieser Gleichung, so ist:

$$m_1 = 0, m_2 + m_3 = -\frac{B-b}{C} \text{ und } m_2 m_3 = +\frac{A-a}{C}$$

Aus den beiden letzten Gleichungen folgt:

$$a = A - m_2 m_3 C \\ b = B + (m_2 + m_3) C$$

Sollen beide Curven innerhalb jener Stelle, welche hier insbesondere in Betracht kommt, sich innig an einander schliessen, so müssen die 3 Durchschnittspunkte auf jene Curvenstücke zu liegen kommen, welche zwischen den Abscissen $m = 0$ und $m = 40$ enthalten sind.

Da ferner das Nivellir-Instrument bei jener Stellung der Elevationsschraube, welche der Marke ($M = 20$) entspricht, am meisten Anwendung findet, wird es zweckentsprechend sein, den Abscissen der Durchschnittspunkte die Werthe $m_1 = 0$, $m_2 = 20$ und $m_3 = 40$ beizulegen.

Substituirt man nun für A , B , C , sowie für m_2 und m_3 die eben angegebenen Werthe, so erhält man:

$$a = 640.566'' \text{ und } b = -0.0998''.$$

Für alle übrigen Werthe von m weichen beide Curven mehr oder weniger von einander ab. Um die Maximalabweichungen der Ordinaten zwischen den Curvenstücken OM_1 und $M_1 M_2$ kennen zu lernen, darf man nur die Gleichung

$$\Delta W = (A - a)m + (B - b)m^2 + Cm^3 = \\ = C[800m - 60m^2 + m^3]$$

in Bezug auf ihr Maximum untersuchen. Man erhält als Bedingungsgleichung

$$800 - 120m + 3m^2 = 0.$$

Durch Auflösung derselben folgt:

$$m_1 = 8.5 \text{ und } m_2 = 31.5.$$

Diese Werthe in obige Gleichung substituirt, geben als Maximalabweichung

$$\Delta W = \pm 1.06''.$$

Aus dieser Darstellung geht deutlich hervor, dass die Gleichung

$$W = 640.57m - 0.001000m^2 \dots (10)$$

als Winkelgleichung betrachtet werden kann, welche den gestellten Forderungen vollkommen entspricht, da dieselbe alle durch das Instrument messbaren Winkel bis auf eine Secunde genau darzustellen im Stande ist. Wir wollen die Gleichung (10) die Normalwinkelgleichung, und die derselben entsprechende Parabel, deren Parameter $p = \frac{1}{b} = 10$ ist, Normalparabel nennen.

Die Constanten der Normalwinkelgleichung können stets dort Anwendung finden, wo es sich um die Berechnung von Correctionsgliedern handelt, wie dies z. B. der Fall ist bei der Bestimmung der Lattenhöhe und der Horizontaldistanz nach der schärferen trigonometrischen Theorie. Die in Stampfer's Anleitung zum Nivelliren, 6. Aufl., auf pag. 155 enthaltenen Ausdrücke würden demnach lauten:

$$H = d \left[\frac{h-u}{o-u} - 0.000156 \frac{(h-u)^2}{o-u} - 0.00000642 \frac{(h-u)^3}{o-u} \right] \\ D = d \left[\frac{1}{a'(o-u)} + 0.050241 \left(\frac{o+u}{o-u} \right) - 0.003105 \frac{(h-u)^2}{o-u} \right]$$

Einer freundlichen Mittheilung seitens des Vorstandes der astronomischen Werkstätte am k. k. polytechnischen Institute zu Wien, Herrn Gust. Starke, verdanke ich die in nachstehender Tabelle enthaltenen Werthe der Constanten a und b von 50 Nivellir-Instrumenten der ersten Categorie.

Instr.-Nr.	a	b	Instr.-Nr.	a	b
1864	639.88	0.0960	1902	639.29	0.0796
1877	639.92	0.0840	1903	641.34	0.1031
1878	639.70	0.0988	1904	640.74	0.0996
1879	640.74	0.0973	1905	640.61	0.0898
1880	640.01	0.0811	1952	641.51	0.0941
1881	639.38	0.0896	1953	640.79	0.0928
1882	639.38	0.0809	1954	640.15	0.0909
1884	639.97	0.0954	1955	641.01	0.0994
1885	640.06	0.0870	1956	641.11	0.1020
1886	640.88	0.0974	1957	641.29	0.0904
1887	640.42	0.0881	1958	640.51	0.0930
1888	640.33	0.0955	1959	640.65	0.1021
1889	640.15	0.0954	1960	641.07	0.0910
1890	640.47	0.0953	1961	640.88	0.0977
1891	640.79	0.0931	1962	641.43	0.1022
1892	640.02	0.0883	1963	640.11	0.0893
1893	639.70	0.0936	1964	641.20	0.0966
1894	641.47	0.0911	1965	641.01	0.0987
1895	640.06	0.0779	1966	640.15	0.0941
1896	640.70	0.1070	1967	641.07	0.0997
1897	640.70	0.0979	1968	640.97	0.0965
1898	640.20	0.0325	1969	641.06	0.0981
1899	640.93	0.0968	2172	641.11	0.1027
1900	640.88	0.0964	2173	640.65	0.0979
1901	640.65	0.0872	2174	641.20	0.1115

Wie man sieht, weichen die Constanten dieser Instrumente nicht unbeträchtlich von einander ab. Um insbesondere die Maximaldifferenzen der mit den Constanten α u. β der Normalwinkelgleichung und den in der Tabelle angegebenen Constanten a u. b berechneten Winkelwerthe kennen zu lernen, hat man nur die Differenz der beiden Winkelgleichungen

$$W = am - bm^2 \\ \omega = \alpha m - \beta m^2$$

in Bezug auf ihr Maximum zu untersuchen.

Setzt man

$$\Delta W = W - \omega, \Delta a = a - \alpha \text{ und } \Delta b = b - \beta,$$

so ist

$$\Delta W = m \Delta a - m^2 \Delta b = m \Delta b \left(\frac{\Delta a}{\Delta b} - m \right) \quad (11)$$

Ist $\frac{\Delta a}{\Delta b}$ positiv, so ist sowohl für $m = 0$, als auch für $m = \frac{\Delta a}{\Delta b}$ die Grösse $\Delta W = 0$. Es muss sonach zwischen diesen beiden Werthen ΔW ein Maximum erreichen. Die Bedingung für dasselbe ist:

$$\frac{d \Delta W}{d m} = \Delta a - 2 m \Delta b = 0,$$

woraus folgt:

$$m = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta a}{\Delta b} \right) \quad (12)$$

und durch Substitution in Gleichung (11)

$$\Delta W = \frac{1}{4} \frac{\Delta a^2}{\Delta b} \quad (13)$$

Eine einfache Betrachtung der Gleichung (11) lehrt nun Folgendes:

1. Ist $\frac{\Delta a}{\Delta b}$ negativ, so ist der grösste Unterschied der beiden Winkelgleichungen gegeben durch

$$\Delta W = -40 \Delta b \left(\frac{\Delta a}{\Delta b} + 40 \right) \quad (14)$$

2. Ist $\frac{\Delta a}{\Delta b}$ positiv und grösser als 40, so ist diese grösste Differenz dargestellt durch den Ausdruck

$$\Delta W = \frac{1}{4} \frac{\Delta a^2}{\Delta b}$$

3. Ist jedoch $\frac{\Delta a}{\Delta b}$ positiv, aber kleiner als 40, so kann, je nach der Beschaffenheit von Δb , die Maximaldifferenz entweder durch die Gleichung

$$\Delta W = \frac{1}{4} \frac{\Delta a^2}{\Delta b}$$

oder

$$\Delta W = 40 \Delta b \left(\frac{\Delta a}{\Delta b} - 40 \right) \quad (15)$$

repräsentirt werden.

Für das Nivellir-Instrument Nr. 1864 ist $a = 639.88''$ und $b = 0.0960''$; ferner $\alpha = 640.57$ und $\beta = 0.1000$. Es ist nun $\frac{\Delta a}{\Delta b} = +172.5$, mithin nach Gleich. (13) $\Delta W = +29.33''$.

Für das Nivellir-Instrument Nr. 1887 ist $a = 640.42''$ und $b = -0.0881''$, mithin $\frac{\Delta a}{\Delta b} = +12.6$. Die Gleich. (13) gibt $\Delta W = -0.50''$ und die Gleichung (15) $\Delta W = +13.04''$.

Schon diese beiden Beispiele dürften hinreichen, um zu sehen, dass die mittelst der in der Tabelle angegebenen Constanten berechneten Winkelwerthe von jenen durch die Normalwinkelgleichung erhaltenen so beträchtlich abweichen, dass man diese Disvergenzen nur etwaigen Aenderungen in den Dimensionen des Instrumentes oder vorhandenen Fehlern der Elevationsschraube zuschreiben muss.

Um die Dimensionen der Nivellir-Instrumente einer bestimmten Kategorie genau einhalten zu können, wurden

in der Institutswerkstätte eigene Vorrichtungen angefertigt, mittelst welchen es möglich ist, die Fehler in den Dimensionen mindestens bis auf 0.01 Wr. Zoll zu beschränken.

Um nun den Einfluss kennen zu lernen, welchen geringe Aenderungen in den Dimensionen der Instrumente auf die theoretisch ermittelten Constanten a und b auszuüben vermögen, wird es vollkommen hinreichend sein, für dieselben der Einfachheit halber die früher für A und B berechneten Werthe beizubehalten, so dass man setzen kann:

$$a'' = \frac{g S}{D R \sin \alpha \sin 1''}$$

$$b'' = -\frac{g^2}{2 D R \sin \alpha \sin 1''} \left(1 - \frac{S^2 \cotg \alpha}{D R \sin \alpha} \right)$$

Sind nun ΔD , ΔR und ΔS die mittleren Fehler von D , R und S , sowie Δa und Δb die hieraus resultirenden mittleren Fehler in a und b , so ist bekanntlich

$$\Delta a = \pm \sqrt{\left(\frac{d a}{d D} \right)^2 \Delta D^2 + \left(\frac{d a}{d R} \right)^2 \Delta R^2 + \left(\frac{d a}{d S} \right)^2 \Delta S^2}$$

und

$$\Delta b = \pm \sqrt{\left(\frac{d b}{d D} \right)^2 \Delta D^2 + \left(\frac{d b}{d R} \right)^2 \Delta R^2 + \left(\frac{d b}{d S} \right)^2 \Delta S^2}$$

Werden obige zwei Gleichungen in Bezug auf diese Grössen differenzirt, so erhält man, in Secunden ausgedrückt:

$$\left(\frac{d a}{d D} \right) = -a'' \frac{R - D \cos \alpha}{D R \sin \alpha^2}$$

$$\left(\frac{d a}{d R} \right) = -a'' \frac{D - R \cos \alpha}{D R \sin \alpha^2}$$

$$\left(\frac{d a}{d S} \right) = + \frac{a''}{S} \left(1 - \frac{S^2 \cotg \alpha}{D R \sin \alpha} \right)$$

$$\left(\frac{d b}{d D} \right) = \frac{g a''}{2 D^2 R^2 S \sin \alpha^3} \left[(R - D \cos \alpha) (D R \sin \alpha^2 - 2 S^2 \cos \alpha) + S^2 (D - R \cos \alpha) \right]$$

$$\left(\frac{d b}{d R} \right) = \frac{g a''}{2 D^2 R^2 S \sin \alpha^3} \left[(D - R \cos \alpha) (D R \sin \alpha^2 - 2 S^2 \cos \alpha) + S^2 (R - D \cos \alpha) \right]$$

$$\left(\frac{d b}{d S} \right) = \frac{g a''}{2 D^2 R^2 \sin \alpha^4} \left[3 D R \sin \alpha^2 \cos \alpha - S^2 (1 + 2 \cos \alpha^2) \right]$$

Werden für D , R , S und g die früheren Werthe substituirt, so ergibt sich:

$$\left(\frac{d a}{d D} \right) = -42.611'' \quad \left(\frac{d b}{d D} \right) = +0.103263''$$

$$\left(\frac{d a}{d R} \right) = -66.803'' \quad \left(\frac{d b}{d R} \right) = -0.039253''$$

$$\left(\frac{d a}{d S} \right) = +12.861'' \quad \left(\frac{d b}{d S} \right) = -0.055309''$$

Setzt man $\Delta D = \Delta R = \Delta S = 0.01$ Wr. Zoll, so erhält man schliesslich

$$\Delta a = \pm 0.803'' \quad \text{und} \quad \Delta b = \pm 0.00123.$$

Dieses Resultat rechtfertiget zwar die Verschiedenheit der in der Tabelle enthaltenen Werthe für a , nicht aber jene für b .

Wir wollen daher auch noch den Einfluss untersuchen, den die etwa vorhandenen Fehler der Elevationschraube auf die Constanten der Winkelgleichung äussern können.

Die Messung eines Winkels mit der Mikrometer-schraube setzt voraus, dass:

1. Die Windungen der Schraube an verschiedenen Stellen derselben von gleicher Grösse sind, und
2. gleiche Theile derselben Umdrehung einer gleichen linearen Fortbewegung entsprechen.

Diese Bedingungen sind aber wegen der mannigfachen Schwierigkeiten, welche der mechanischen Bearbeitung der Schraube entgegenstehen, nie streng erfüllt.

Um zuvörderst die Wirkung einer Ungleichheit der einzelnen Schraubengänge auf die beiden Constanten kennen zu lernen, wollen wir annehmen, dass die aufeinanderfolgenden Schraubengänge um die constante Grösse δ zunehmen, eine Voraussetzung, welche durch die bei der Bearbeitung der Schraube allmählig eintretende Zunahme der Temperatur gerechtfertigt wird.

Nach dem Vorhergehenden ist:

$$\left. \begin{aligned} a'' &= \frac{S}{DR \sin \alpha \sin 1''} g = 34178 g \\ b'' &= -\frac{1 - \frac{S^2 \cot \alpha}{DR \sin \alpha}}{2 DR \sin \alpha \sin 1''} g^2 = 343 g^2 \end{aligned} \right\} \dots (16)$$

Werden bei der Winkelmessung zur Bestimmung der Constanten n Gänge der Elevationschraube benützt, so ist die Länge λ des hierbei in Verwendung gebrachten Schraubenstückes

$$\begin{aligned} \lambda &= g + (g + \delta) + (g + 2\delta) + \dots + [g + (n-1)\delta] = \\ &= ng + \frac{1}{2} n(n-1)\delta \end{aligned}$$

Die mittlere Ganghöhe ist alsdann

$$g' = \frac{\lambda}{n} = g + \frac{1}{2} (n-1)\delta$$

sonach

$$g' - g = \Delta g = \frac{1}{2} (n-1)\delta$$

Werden obige zwei Gleichungen (16) in Bezug auf g differenzirt und für Δg nebenstehender Werth substituirt, so erhält man:

$$\Delta a'' = 17089 (n-1) \delta$$

$$\Delta b'' = -6.43 (n-1) \delta$$

Die Vergleichung der Werthe von a in der schon mehrmals erwähnten Tabelle zeigt, dass dieselben von dem mittleren Werthe höchstens um $\pm 1''$ abweichen. Schreibt man diese Abweichung einer Ungleichheit der einzelnen Schraubengänge zu, so wäre in maximo

$$\pm \delta = \frac{1}{17809 (n-1)}$$

womit man erhält

$$\Delta b = \pm 0.0004''$$

Aus dem bisher Gesagten ist nun klar zu ersehen, dass eine geringe Aenderung in den Dimensionen der

Instrumente, sowie eine Ungleichheit der einzelnen Schraubengänge von der oben angegebenen Grösse nur einen äusserst geringen Einfluss auf die Constante b hervorbringen können. Hieraus folgt, dass, wenn die Dimensionen dieser Instrumente, sowie die Ganghöhe der Elevationschraube innerhalb der oben bezeichneten Grenze eingehalten werden, es ohne weiters erlaubt sein wird, für alle Instrumente einer und derselben Kategorie den aus den bekannten Dimensionen derselben berechneten Werth b beizubehalten.

Ganz anders jedoch verhält sich die Sache, wenn man die sogenannten periodischen Unregelmässigkeiten der Schraube in Betracht zieht. Die hierher gehörige Verbesserung, welche man dem aus der Winkelgleichung (β) berechneten Werthe von W hinzuzufügen hat, um die wahre Grösse des Winkels zu erhalten, lässt sich durch eine periodische Function der Angabe der Trommel ausdrücken, so dass, wenn μ die ganzen Umdrehungen der Elevationschraube und t die an der Trommel abgelesenen Theile derselben bezeichnen, der den Ablesungen 0 und $m = \mu + t$ entsprechende Winkel dargestellt werden kann durch die Gleichung

$$W = am + bm^2 + \alpha_1 \sin \varphi + \beta_1 \cos \varphi + \alpha_2 \sin 2\varphi + \beta_2 \cos 2\varphi \dots \dots \dots (7)$$

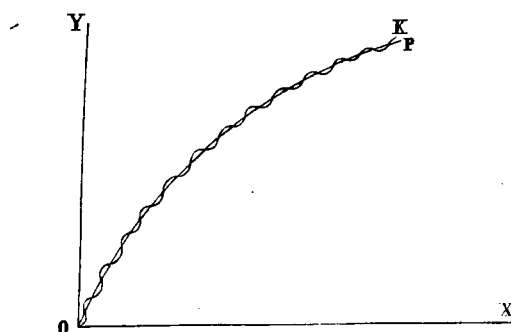
wo $\alpha_1, \beta_1, \alpha_2$ und β_2 constante Coefficienten bezeichnen, und der Winkel φ aus der Proportion

$$\varphi'' : 360^\circ = t'' : 100''$$

sich bestimmt.

Die Gleichung (7) stellt, wie sich leicht zeigen lässt, eine um die Normalparabel P in Fig. 5 gelegte wellen-

Fig. 5.



förmige Curve K dar, welche die sämtlichen mit dieser Schraube gemessenen Winkel durch ihre Ordinaten repräsentirt.

Wenngleich durch eine grössere Zahl von Beobachtungen sich ausser den Constanten a u. b auch noch die übrigen Coefficienten ohne Schwierigkeit bestimmen lassen, so eignet sich doch die Ausmittlung dieser wellenförmigen Curve für practische Zwecke nicht. Es ist vielmehr vollkommen hinreichend, dieser Curve die Normalparabel P zu substituiren, da sich dieselbe innig an die erstere anschliesst, und der durch die Differenzen ihrer Ordinaten dargestellte Unterschied der Winkelwerthe, welcher obiger Correction entspricht, wohl kaum den Betrag der Beobachtungsfehler überschreiten dürfte.

Um jedoch die richtige Lage der Normalparabel in Bezug auf das rechtwinkelige Achsensystem zu erhalten, ist es wesentlich nothwendig, bei der Bestimmung der Constanten a den Einfluss der periodischen Unregelmässigkeiten der Schraubengänge zu eliminiren.

Diese Elimination geschieht einfach dadurch, dass man den Umfang der Trommel in n gleiche Theile theilt, und von diesen Theilungspunkten als Anfangsstellungen der Trommel einen und denselben Verticalwinkel misst, wodurch φ der Reihe nach die Werthe enthält:

$$\varphi, \varphi + \frac{2\pi}{n}, \varphi + 2 \cdot \frac{2\pi}{n} \dots$$

Für den vorliegenden Fall dürfte es genügen, die Trommel in vier gleiche Theile zu theilen, also den gegebenen Verticalwinkel von den Anfangsstellungen 0.000, 0.250, 0.500 und 0.750 der Elevationsschraube zu messen, wodurch man zur Bestimmung von a für die Nivellir-Instrumente der ersten Categorie nachstehende Gleichungen erhält:

$$W = a m_1 - 0.1 m_1^2 + \alpha_1 \sin \varphi + \beta_1 \cos \varphi + \alpha_2 \sin 2\varphi + \beta_2 \cos 2\varphi$$

$$W = a(m_2 - 0.25) - 0.1 m_2^2 + \alpha_1 \sin\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) + \beta_1 \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) + \alpha_2 \sin 2\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) + \beta_2 \cos 2\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$W = a(m_3 - 0.50) - 0.1 m_3^2 + \alpha_1 \sin\left(\varphi + 2 \frac{\pi}{2}\right) + \beta_1 \cos\left(\varphi + 2 \frac{\pi}{2}\right) + \alpha_2 \sin 2\left(\varphi + 2 \frac{\pi}{2}\right) + \beta_2 \cos 2\left(\varphi + 2 \frac{\pi}{2}\right)$$

$$W = a(m_4 - 0.75) - 0.1 m_4^2 + \alpha_1 \sin\left(\varphi + 3 \frac{\pi}{2}\right) + \beta_1 \cos\left(\varphi + 3 \frac{\pi}{2}\right) + \alpha_2 \sin 2\left(\varphi + 3 \frac{\pi}{2}\right) + \beta_2 \cos 2\left(\varphi + 3 \frac{\pi}{2}\right)$$

Setzt man der Kürze halber

$$\left. \begin{aligned} m_1 + m_2 + m_3 + m_4 - 1.500 &= 4 A \\ m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 + m_4^2 &= 4 B \end{aligned} \right\} \dots (17)$$

und bemerkt, dass

$$\sin \varphi + \sin\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) + \sin\left(\varphi + 2 \frac{\pi}{2}\right) + \sin\left(\varphi + 3 \frac{\pi}{2}\right) = 0$$

$$\cos \varphi + \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) + \cos\left(\varphi + 2 \frac{\pi}{2}\right) + \cos\left(\varphi + 3 \frac{\pi}{2}\right) = 0$$

$$\sin 2\varphi + \sin 2\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) + \sin 2\left(\varphi + 2 \frac{\pi}{2}\right) + \sin 2\left(\varphi + 3 \frac{\pi}{2}\right) = 0$$

$$\cos 2\varphi + \cos 2\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) + \cos 2\left(\varphi + 2 \frac{\pi}{2}\right) + \cos 2\left(\varphi + 3 \frac{\pi}{2}\right) = 0$$

so erhält man durch Addition obiger Gleichungen

$$W = a A - 0.1 B$$

woraus folgt:

$$a = \frac{W + 0.1 B}{A} \dots \dots \dots (III)$$

Auf dieselbe Weise kann man sich durch Messung verschiedener Verticalwinkel oder durch Messung eines und desselben Winkels bei verschiedenen Anfangsstellungen der Schraube eine Reihe von Gleichungen verschaffen,

aus welchen sich der wahrscheinlichste Werth der Constanten a bestimmen lässt.

Mit dem Instrumente Nr. 2332 wurde der Verticalwinkel $W = 9005''$ auf die eben angegebene Weise gemessen, und für die beiden Constanten der Winkelgleichung erhalten:

$$a = 640.56'' \text{ und } b = -0.1011''.$$

Werden bei der Bestimmung der Constanten a und b nach dem zuerst angegebenen Verfahren die periodischen Unregelmässigkeiten der Schraube nicht eliminirt, so kann namentlich die Constante b nicht unbeträchtlich von dem theoretisch bestimmten Werthe $0.1''$ abweichen.

Werden z. B. zwei Winkel W_1 und W_2 mit einem vorliegenden Instrumente, dessen wahre Constanten α u. β sein mögen, von den Anfangsstellungen 0.000 der Elevationsschraube gemessen, und sind m_1, m_2 die entsprechenden Ablesungen derselben, ferner f_1 u. f_2 die hiezu gehörigen Correctionen wegen der periodischen Unregelmässigkeiten der Schraube, so hat man

$$W_1 = \alpha m_1 - \beta m_1^2 \pm f_1$$

$$W_2 = \alpha m_2 - \beta m_2^2 \pm f_2$$

Blieben die letzteren unberücksichtigt, so würden sich die fehlerhaften Constanten a und b aus den beiden Gleichungen

$$W_1 = a m_1 - b m_1^2$$

$$W_2 = a m_2 - b m_2^2$$

ergeben.

Setzt man, wie früher, $\Delta a = \alpha - a$ und $\Delta b = \beta - b$, so erhält man durch Subtraction je zweier entsprechender Gleichungen

$$\pm f_1 = m_1 \Delta a - m_1^2 \Delta b$$

$$\pm f_2 = m_2 \Delta a - m_2^2 \Delta b$$

Hieraus folgt:

$$\Delta a = \frac{\pm f_1 m_2^2 \mp f_2 m_1^2}{m_1 m_2 (m_2 - m_1)}$$

$$\Delta b = \frac{\pm f_1 m_2 \mp f_2 m_1}{m_1 m_2 (m_2 - m_1)}$$

Es sei für einen gegebenen Fall: $m_1 = 20, m_2 = 40$ und $\pm f_1 = \mp f_2 = 3''$, eine Correction, welche ungefähr 0.5 Trommeltheilen entspricht. Mit diesen Werthen ergibt sich:

$$\Delta a = \pm 0.375'' \text{ und } \Delta b = \pm 0.113''$$

Wie man sieht, lassen sich also die in der obigen Tabelle erscheinenden Discordanzen in der Constanten b durch die periodischen Unregelmässigkeiten der Schraube leicht erklären.

Obgleich die Werthe der Constanten a und b ! Nichtberücksichtigung der periodischen Unregelmässigkeit der Schraube von den wahren bedeutend abweichen können, so muss doch die durch dieselben dargestellte Winkelgleichung so beschaffen sein, dass die aus beiden scheinbar sehr verschiedenen Gleichungen berechneten Winkelwerthe nur um Grössen von einander differiren, welche dem Betrage der Correction $\pm f$ sehr nahe kommen. So z. B. wäre für den oben angegebenen Fall $\frac{\Delta a}{\Delta b} = 33.18$,

mithin die grösste Differenz beider Winkelgleichungen gegeben durch den Ausdruck

$$\Delta W = \frac{1}{4} \frac{\Delta a^2}{\Delta b} = 3.11''$$

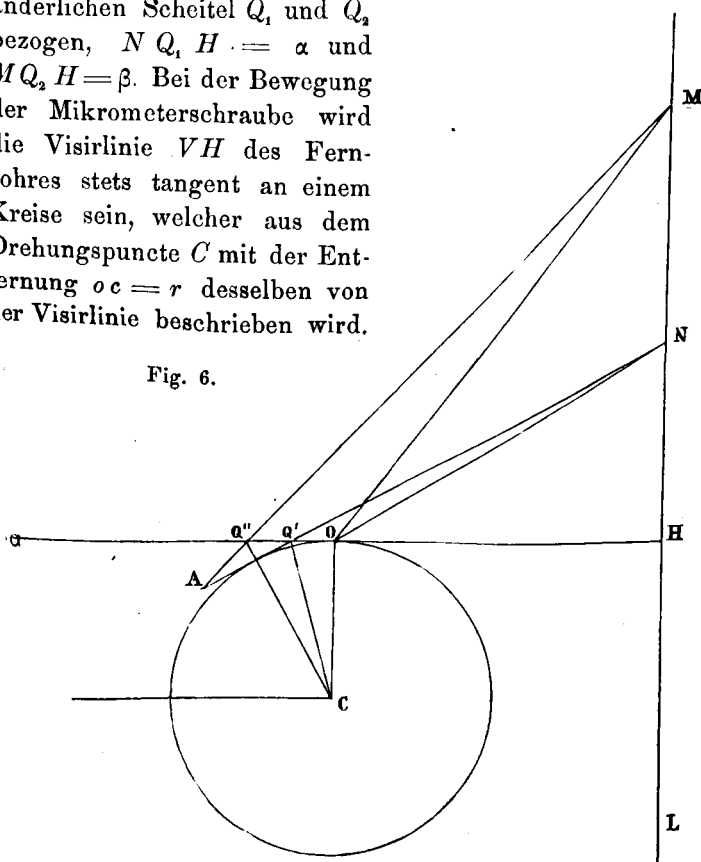
ein Werth, wie er durch die periodischen Unregelmässigkeiten der Schraube bedingt wird, da $f = \pm 3''$ angenommen wurde.

Aus den vorhergehenden Betrachtungen geht nun zur Genüge hervor, dass es unter allen Umständen gestattet ist, nur den Werth der Constanten a aus Beobachtungen, die von den periodischen Unregelmässigkeiten der Schraube befreit sind, abzuleiten, und für die Constante b jenen theoretisch bestimmten Werth beizubehalten, der sich aus den Dimensionen einer bestimmten Kategorie von Nivellir-Instrumenten ergibt.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, dass die beiden Constanten der Winkelgleichung in der Institutswerkstätte so bestimmt werden, dass die Winkelgleichung stets jenen Winkel gibt, den die beiden Visirlinien des Fernrohres mit einander bilden. Der Durchschnittspunct der letzteren ist aber veränderlich, da die optische Achse des Fernrohres zur horizontalen Umdrehungsachse des Instrumentes excentrisch liegt. Will man daher die gemessenen Winkel auf einen festen Scheitel reduciren, so kann man hiefür jenen Punct wählen, welcher sich durch den Schnitt der durch die verticale oder horizontale Umdrehungsachse des Instrumentes gelegten Verticalebene mit der horizontalen Visur ergibt. Am einfachsten ist es, den letzteren zu wählen.

Es sei, Fig. 6, $OH = D$ die horizontale Entfernung des Drehungspunctes C des Instrumentes von der Latte L , ferner die Höhenwinkel der Objecte M und N auf die veränderlichen Scheitel Q_1 und Q_2 bezogen, $NQ_1H = \alpha$ und $MQ_2H = \beta$. Bei der Bewegung der Mikrometerschraube wird die Visirlinie VH des Fernrohres stets tangent an einem Kreise sein, welcher aus dem Drehungspuncte C mit der Entfernung $oc = r$ desselben von der Visirlinie beschrieben wird.

Fig. 6.



Sind nun h , m u. n die Ablesungen an der Schraube bei horizontaler Visur und bei jener nach den Objecten M und N , so ist der Winkel $MAN = W$, gegeben durch die Gleichung.

$$W = a(m-n) - b(m^2-n^2)$$

und die Höhenwinkel

$$\alpha = a(n-h) - b(n^2-h^2)$$

$$\beta = a(m-h) - b(m^2-h^2)$$

Setzt man $\angle NOH = \alpha'$ und $\angle ONQ_1 = p$, so ist $\alpha' = \alpha + p$. Aus dem Dreieck Q_1ON folgt:

$$OQ_1 : ON = \sin p : \sin \alpha.$$

Da der Winkel p sehr klein ist, ferner $OQ_1 = r \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ und $ON = D \sec \alpha' = D \sec \alpha$, so erhält man

$$p'' = \frac{r}{D \sin 1''} (1 - \cos \alpha) \cos \alpha$$

mithin

$$\alpha' = \alpha + \frac{r}{D \sin 1''} (1 - \cos \alpha) \cos \alpha.$$

Setzt man nun $MOH = \beta'$ und $OMQ_2 = q$, so ergibt sich auf dieselbe Weise

$$\beta' = \beta + \frac{r}{D \sin 1''} (1 - \cos \beta) \cos \beta.$$

Ist endlich $W = \beta - \alpha$ und $W' = \beta' - \alpha'$, so folgt durch Subtraction dieser beiden Gleichungen

$$W_1 = W - \frac{2r}{D \sin 1''} \sin \left(\alpha + \frac{W}{2} \right) \sin \frac{W}{2} \left[1 - 2 \cos \left(\alpha + \frac{W}{2} \right) \cos \frac{W}{2} \right]$$

für alle in der Praxis vorkommenden Fälle ist es gestattet, sowohl $\cos \left(\alpha + \frac{W}{2} \right) = 1$, als auch $\cos \frac{W}{2} = 1$ zu setzen, so dass man schliesslich erhält:

$$W_1 = W + \frac{2r}{D \sin 1''} \sin \left(\alpha + \frac{W}{2} \right) \sin \frac{W}{2} \quad (18)$$

Die Reduction $W_1 - W$ erreicht bei den Nivellir-Instrumenten der ersten Kategorie, für welche $r = 3$ Wr. Zoll beträgt, ihr Maximum für $\alpha = 0$ und $W = 8^\circ$. Mit diesen Werthen ergibt sich, wenn D in Wr. Klafter substituiert wird

$$W_1 - W = \frac{8.364''}{D}$$

eine Grösse, welche unter allen Umständen vernachlässigt werden kann. Es wird demnach stets gestattet sein, den durch die Gleichung (1) erhaltenen Winkel identisch mit jenem zu betrachten, der den fixen Punct O zum Scheitel hat.

Die Downton-Pumpe.

Von

Victor Thallmayer,
k. k. Schiffbau-Ingenieur.

(Mit Zeichnungen auf Blatt R.)

Im zweiten Juli-Hefte des 197. Bandes von Dingler's Journal befindet sich wohl bereits eine ausgedehnte Abhandlung über diese Gattung Pumpen unter dem Titel:

„Die mehrkurbelige Kineylinderpumpe von H. Hae-dicke, k. Marine-Ingenieur, Kiel“, jedoch sind die darin enthaltenen Resultate sämmtlich falsch, so dass hier von Neuem die Wirkungsweise dieser Art Pumpen erörtert werden soll, so spät, nachdem leider hier die technische Literatur nicht so zu Gebote steht, als es wünschenswerth wäre und mir dieses Heft nur zufälligerweise vor Kurzem zu Gesichte kam. Am Schlusse sollen dann die sich in jener Abhandlung durchspinnenden irrigen Ansichten dargelegt werden. Eine solche Pumpe ist in Fig. 1 dargestellt, dieselbe besteht der Hauptsache nach aus einem Stiefel, in welchem sich drei Ventilkolben *I, II, III* gleichzeitig bewegen, und zwar getrieben durch unter 120° zu einander gestellte Excenter in Schleifen. Die Excenter sitzen in der dreimal gekröpften Kurbelwelle.

Zur Aufnahme dieses Bewegungsmechanismus ist der Pumpenstiefel oben mit einem erweiterten Ansätze versehen, der gewissermassen gleichzeitig als Windkessel dient; die Kolbenstangen sind durch die Kolben geführt. Ferners sei auch erwähnt, dass zu dieser Pumpe gewöhnlich eine Saugplatte *a* gehört, welche mit Stützen *b* versehen ist, an welche unterhalb Rohre festgemacht werden können, so dass durch Drehung und Verbindung des Stückes *c* (in welchem ein Tellerventil sitzt) mit diesen Stützen leicht Wasser von verschiedenen Orten angesaugt werden kann; ebenso kann mit Hilfe dieser Platte, wenn das Ausgussstück *d* mit den Stützen verbunden wird, Wasser nach verschiedenen Orten geschafft werden. *f* ist ein gewöhnliches Steigrohr. Die Compendiosität der ganzen Anordnung macht daher die Anwendung dieser Pumpengattung auf grösseren Schiffen empfehlenswerth.

Angenommen, die drei Kolben seien durch gewöhnliche Excenter oder Kurbeln in Schleifen in Gang gesetzt, Fig. 2, so ist es in Betreff der Leistungsfähigkeit nothwendig, den einer Kurbelumdrehung entsprechenden wirksamen Hub der drei Kolben zu bestimmen. Wenn nun in Fig. 3 $0I = 0II = 0III = r$ die den drei Kolben *I, II, III* zukommende Excentricität bedeutet, so ist ersichtlich, dass nach je einer Drehung um 120° die ursprüngliche Stellung der Kolben wiederkehrt, und nachdem dieselben mit Ventilen versehen sind, so ist es also in Betreff des Hubes nur nöthig, die Bewegung derselben nach aufwärts während einer Drehung von 120° zu betrachten, das diesem entsprechende Resultat verdreifacht, gibt dann den der Umdrehung der Kurbel entsprechenden Hub.

Beim Beginne der Bewegung wird blos der Kolben *I* saugen, bis nach einer Drehung um 30° auch der Kolben *III* sich aufwärts zu bewegen beginnt, von welchem Zeitpunkte aus auf eine weitere Ausdehnung von 60° die beiden Kolben *I* und *III* sich gleichzeitig nach aufwärts bewegen.

Bewegen sich aber 2 Ventilkolben gemeinschaftlich aufwärts, so können sie entweder so wirken wie ein einzelner Kolben, wenn nämlich die Geschwindigkeit beider die nämliche ist, oder es kann der untere Kolben saugen und durch den oberen drücken, wenn die Geschwindigkeit des unteren grösser ist, oder es kann der obere durch

den unteren hindurchsaugen, wenn die Geschwindigkeit des ersteren grösser ist.

Die Gleichungen für die Geschwindigkeiten der drei Kolben sind, wenn dieselben respective mit v_1, v_2, v_3 bezeichnet werden, nach einer Drehung um den Winkel ω .

$$v_1 = r\epsilon \cos \omega,$$

$$v_2 = r\epsilon \sin (30 + \omega),$$

$$v_3 = r\epsilon \sin (30 - \omega),$$

wobei ϵ die Winkelgeschwindigkeit der Kurbel bezeichnet.

Aus diesen Gleichungen ergibt sich, dass nach einer Umdrehung von 60° die Geschwindigkeit der beiden Kolben *I* und *III* dieselbe sein wird, vor Erreichung derselben Kolben *I* die grössere, nach dem Verlassen derselben aber Kolben *III* die grössere Geschwindigkeit besitzen wird, wie man sich leicht durch Einsetzung der Werthe 60° , $60 - \Delta\omega$ und $60 + \Delta\omega$ statt ω in die Gleichungen v_1 und v_3 überzeugen kann. — Diesem gemäss entspricht einer Drehung von 120° , eine Hubhöhe von $2r \sin 60$, also einer ganzen Umdrehung $6r \sin 60 = 5.196r$.

Man kann sich leicht durch ein Diagramm ein Bild der gegenseitigen Bewegung der Kolben schaffen, jedoch soll dies hier auf eine einfachere und anschaulichere Weise geschehen, als es in der vorcitirten Abhandlung der Fall ist.

Es seien wieder in Fig. 3 *I II III* die drei Kolbenstellungen zu Anfange der Bewegung, so sind die Gleichungen derselben nach einer Drehung um den Winkel ω , bezogen auf ihre mittlere Stellung, wenn sie beziehungsweise mit ω_1, ω_2 und ω_3 bezeichnet werden:

$$\omega_1 = r \sin \omega,$$

$$\omega_2 = r \cos (30 + \omega)$$

$$\omega_3 = r \cos (30 - \omega).$$

Dies sind, wie bekannt, die Polargleichungen von drei Kreisen, es ist jedoch zur Abnahme der Kolbenstellungen genügend, sich blos eine dieser Gleichungen, etwa die ω_1 , mit dem Mittelpunkte

$$\left. \begin{aligned} x &= 0 \\ y &= \frac{r}{2} \end{aligned} \right\}$$

zu construiren, Fig. 4, wobei $0x_1$ der Anfangsstellung entspricht, für ω_1 und ω_3 braucht man nun nur $0x_1$ um beziehungsweise 120° und 240° zu verdrehen, so dass nun $0x_2$ und $0x_3$ den Anfangsstellungen der Kolben *II* u. *III* entsprechen; wie dies eine einfache Transformation der Gleichungen ω_2 und ω_3 ergibt. Ferner bezeichnet $0x_1$ zugleich die mittlere Stellung für alle 3 Kolben, so dass die ober dieselben fallenden Werthe ober der mittleren Stellung, die unter sie fallenden unter derselben zu verstehen sind.

Trägt man sich nun diese Kolbenstellungen von drei die Mittelstellung repräsentirenden Linien (1,1) (2,2) (3,3) Fig. 5 nach einem rechtwinkligen Coordinatensysteme ab, so erhält man das oberwähnte Diagramm, und es ist nun aus demselben das schon früher erhaltene Resultat zu entnehmen; übrigens hätte man sich dieses Diagramm auch

unmittelbar als drei um 120° zu einander verschobene Sinuslinien verzeichnen können, wie die Gleichungen angeben.

Man sieht also ohne weiters, dass, um den bei jedem Kolben vorhandenen Hub $2r$ zur Wirksamkeit kommen zu lassen, es nothwendig ist, die Bewegung der Kolben derart einzurichten, dass nie zwei zugleich nach aufwärts gehen, sowie ebenfalls ohne weiters ersichtlich ist, dass bei dieser Anordnung $6r$ das Maximum des wirklichen Hubes wäre, so dass also die Pumpe dann drei einzelnen einfachwirkenden Pumpen vom Hube $2r$ an Leistungsfähigkeit gleichkäme. — Dies kann nun sehr leicht dadurch erzielt werden, dass man statt der gewöhnlichen Excenter Dreiecksexcenter substituirt (Fig. 6). Das diesbezügliche Diagramm ist durch Fig. 7 gegeben.

Bei den Downton-Pumpen, wie selbe jetzt aus England bezogen werden, sind als Bewegungsmechanismus der drei Kolben ebenfalls Dreiecksexcenter angewendet, jedoch fällt hierbei die Spitze des Dreieckes nicht mit dem Wellenmittel zusammen, welches wohl zunächst darin seinen Grund hat, dass man dadurch in den Stand gesetzt ist, die Dimensionen der Schleife und des Excenters bei einem gegebenen Hube auf ein Kleinstes bringen zu können, wie leicht einzusehen. Die Schleife ist von zwei concentrischen Bögen begrenzt Fig. 8, welche sich von der Mitte auf 30° nach beiden Seiten erstrecken, und vermöge dessen die auf den Hub ohne Einfluss bleibende Bewegung der Kolben um ihre höchste Stellung herum vermieden wird, in Beziehung auf die tiefste Stellung aber noch aufrecht bleibt, welches letztere aber wieder den Vortheil bietet, dass die Kolben schon etwas vor dem Momente, als sie zu saugen beginnen sollen, in Bewegung sind, also quasi eine Voreilung besitzen.

Der Hub ist hierbei ebenfalls $6r \sin 60 = 5.196r$. Das Diagramm ist in Fig. 9 gegeben.

Es sollen nun weiter auch die Kolbengeschwindigkeiten untersucht werden, um auf die Art des Wasserausflusses einen Schluss ziehen zu können. Vergleicht man die für die Kolbengeschwindigkeiten erhaltenen Gleichungen mit jenen, welche den Kolbenstellungen entsprechen, so sieht man, dass das dort erhaltene Diagramm (Fig. 5) zugleich das der Kolbengeschwindigkeiten darstellen kann, wenn man nur die y -Achse um 90° weiter nach rechts rückt; fasst man nun jene Theile der Geschwindigkeitskurven zusammen, während welchen die Kolben saugen, so erhält man das in Fig. 10 angegebene Diagramm. Man ersieht hieraus, dass die Geschwindigkeitsdifferenz in der Kolbenbewegung $\frac{1}{2}r\epsilon$ beträgt, und dass ein Kolben das Wasser vom anderen bei Gelegenheit des Saugens mit derselben Geschwindigkeit übernimmt, mithin wird der Ausfluss gleichförmiger stattfinden, als bei gewöhnlichen einfach wirkenden Pumpen, nachdem dort diese Differenz $r\epsilon$ ausmachen würde; dies ist in Betreff der Betriebskraft einer Downton-Pumpe ebenfalls ein Vortheil, der einzige Mehraufwand an Arbeit wird dadurch hervorgerufen, dass

das Wasser sich durch mehr Ventile drängen muss, als bei einer gewöhnlichen einfachwirkenden Pumpe, welches aber durch den genannten Vortheil aufgehoben wird. Um ebenfalls die in jener Abhandlung erwähnten Pumpen dieser Gattung mit 2, 4 u. 6 Kolben in Bezug auf ihre Leistungsfähigkeit hier zu besprechen, sei das Ganze von einem allgemeinen Standpuncte betrachtet.

Bei einer beliebigen Anzahl Kolben (n), getrieben in einen gemeinschaftlichen Stiefel, werden 2 Fälle zu unterscheiden sein, nämlich es sind entweder die n -Excentricitäten auf einen halben oder einen ganzen Kreis vertheilt Fig. 11 u. 12. Sind dieselben auf den ganzen Kreis vertheilt, so wird, in Betracht gezogen, dass nur der mit der grössten Geschwindigkeit behaftete Kolben der saugende ist, der Hub für eine Umdrehung durch folgenden Ausdruck gegeben sein (Fig. 11):

$$H = 2r \left(\sin \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\beta}{2} + \sin \frac{\gamma}{2} + \dots \right) \dots (1)$$

Ist hingegen die Anzahl der Excentricitäten, welche die Kolben in Bewegung setzen, bloß auf einen Halbkreis vertheilt, so wird der erste und letzte Kolben seinen halben Hub r ausüben können, so dass der Ausdruck zur Bestimmung des Hubes sein wird (Fig. 12):

$$H = 2r \left(1 + \sin \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\beta}{2} + \sin \frac{\gamma}{2} + \dots \right) \dots (2)$$

Sucht man zu dem Ausdrücke (1) das Maximum unter der Bedingung, dass

$$\alpha + \beta + \gamma + \delta + \dots = 360^\circ,$$

so ergibt sich dasselbe für

$$\alpha = \beta = \gamma = \delta = \dots$$

d. h. wenn die Excentricitäten gleichförmig im Kreise vertheilt sind, es wird demnach

$$H = 2rn \left(\sin \frac{2\pi r}{2n} \right) = 2rn \sin \frac{\pi r}{n}$$

so dass für eine Pumpe mit 3 Kolben

$$H = 6r \sin 60 = 5.196r,$$

für eine mit 4 Kolben $H = 8r \sin 45 = 5.656r$

für eine mit 6 Kolben $H = 12r \sin 30 = 6r$

resultirt.

Sind die Excentricitäten gleichförmig im Halbkreise vertheilt, so ist der entsprechende Ausdruck

$$H = 2r \left(1 + (n-1) \sin \frac{\pi r}{2(n-1)} \right)$$

es wird aus demselben für 2 Kolben $H = 4r$ und für 1 Kolben $H = 2r$.

Das Verhältniss zwischen dem vorhandenen Hube der Kolben zu jenem, welcher sich als wirklich nutzbar erweist, ist in dem Falle, als die Excentricitäten gleichförmig auf den ganzen Kreis vertheilt sind

$$p = \sin \frac{\pi r}{n}$$

und für den Fall, dass dieselben bloß in einem Halbkreise befindlich sind:

$$p = \frac{1}{n} + \frac{n-1}{n} \sin \frac{\pi r}{2(n-1)}$$

Man ersieht also hieraus, dass sich dieses Verhältniss um so ungünstiger gestaltet, je grösser die Anzahl der Kolben ist; und nur in dem Falle gleich der Einheit wird, wenn

$$n = 1 \text{ oder } n = 2 \text{ ist.}$$

Wäre die Anzahl der Kolben unendlich, so würde im ersteren Falle der Hub $H = 0$ resultiren, beim zweiten Falle hingegen $H = 2r$. Man ersieht ebenfalls hieraus, dass die Anwendung von drei Kolben zu diesem Pumpensysteme am vortheilhaftesten ist, und dort auch leicht durch den Bewegungsmechanismus das Verhältniss p auf 1 gebracht werden kann.

In der erwähnten Abhandlung in Dingler's Journal wird, ohne überhaupt den Einfluss der gegenseitigen Bewegung der Kolben näher zu erörtern, $8.928r$ als wirk-samer Gesammthub der drei Kolben angegeben, indem dort folgenderweise geschlossen wird:

$$\begin{aligned} \text{Hub des untersten Kolbens} &= \dots\dots\dots 2r \\ \text{Relativer Hub des mittleren Kolben zum untern} &= \\ &= 4r \sin 60 = \dots\dots\dots 3.464r \end{aligned}$$

(wobei unter relativem Hub die Maximalentfernung der Kolben von einander verstanden ist, in Fig. 5 mit mm bezeichnet)

$$\begin{aligned} \text{Relativer Hub des obern Kolbens zum mittleren} &= \\ &= 4r \sin 60 = \dots\dots\dots 3.464r \end{aligned}$$

(in Fig. 5 mit nn bezeichnet).

Dies gibt wohl zusammen $8.928r$, kann aber nicht als Hub betrachtet werden, dort wird nämlich die Sache

so behandelt, als ob bei einer Kurbelumdrehung eine Was-sersäule von der Höhe mm und nn angesogen und aus-gepresst würde; welcher Schluss sich nur dann auf 2 in einem Stiefel befindliche massive oder Ventilkolben anwen-den lässt, wenn sich dieselben stets gegen einander bewe-gen, wie es in Fig. 13 dargestellt ist.

Ebenso liefern dort die Pumpen mit 2, 4 u. 6 Kol-ben, von denen die beiden letzteren jedoch wegen Schwie-rigkeit der Ausführung keinen practischen Werth besitzen, fabelhafte Wassermengen, die aber alle obiger irriger Auf-fassung ihr Dasein verdanken; ferner wird dort bei einem ähnlichen Vorgehen wie bei Bestimmung des Hubes als Geschwindigkeitsdifferenz in der Kolbenbewegung $1\frac{1}{2}r$ angegeben, was auch nicht richtig ist; es wird diese Pum-pengattung dort gerade in Betreff der Leistungsfähigkeit besonders empfohlen, in Betreff des continuirlichen Wasser-ausflusses hingegen als unvortheilhaft dargestellt, während in Wirklichkeit gerade der letztere Punct mehr zum Vor-theile spricht, als der erstere. Die gewöhnlichen Dimensio-nen, in welchen diese Pumpen in England erzeugt werden, sind $5\frac{1}{2}$, 7 und 9 Zoll engl. Kolbendurchmesser mit einer Excentricität für die beiden erstern von $2\frac{1}{8}$ Zoll und für die letzte von $2\frac{3}{8}$ Zoll engl., daher einem Gesammthube von 11 u. $14\frac{1}{4}$ Zollen; das Missverhältniss zwischen Hub und Kolbendurchmesser findet wohl darin seine Erklärung, dass man, wenigstens für Anwendung dieser Pumpen auf Schiffen, an den Hub gebunden ist, wenn die Kurbelwelle nicht zu hoch über Deck kommen soll.

Einschaltungsart der Batterien für electriche Sig-nalisirung, um der raschen Abnützung derselben vorzubeugen.

Von

Heinrich Machalski,

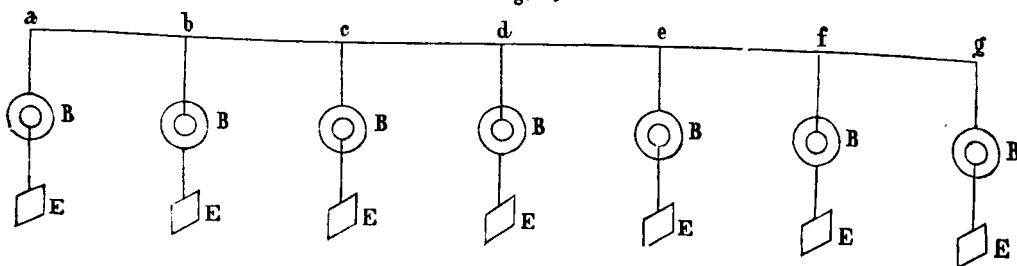
Ingenieur-Adjunct der Lemberg-Czernowitz-Jassy-Eisenbahn.

Die gegenwärtig übliche Art der Batterien-Einschal-tung in den electricchen Signalleitungen bringt den Nach-theil mit sich, dass der continuirlich wirkende starke Strom diese Batterie rasch abnützt, wodurch deren Erhaltung eine kostspielige ist, ferner die Erhaltung der so gewünschten immer gleichmässigen Stromintensität eine grosse Aufmerk-samkeit erheischt.

Die gegenwärtig allgemein angenommene Einschal-tungsart ist folgende:

$a b, b c, c d, d e$ (Fig. 1) sind die Partiallinien der Signal-leitung, $B, B, B \dots$ die Batterien, E, E, E die Erdplatten.

Fig. 1.



Jede dieser Batterien ist für entsprechende zwei an-stossende Linien gemeinschaftlich eingeschaltet, von wel-chen sich der Strom nach beiden Richtungen verzweigt.

Der Strom von sämmtlichen Batterien wirkt conti-nuirlich. In der Ruhelage verbleiben sämmtliche Anker der Wächterläutewerke in der von den Electromagneten an-gezogenen Stellung.

Das Geben der Signale geschieht durch Unterbre-chung des Stromes, wodurch die Ankerhebel durch Gegen-wirkung der Spiralfeder abgezogen werden. Durch diese continuirliche Wirkung des Stromes stellen sich die Kosten der Signalisirung als zu kostspielig heraus, und für je ein Signal um desto höher, je schwächer der Zugverkehr der betreffenden Bahn ist.

Ich habe bei der Lemberg-Czernowitz-Jassy-Eisenbahn über die Erhaltungskosten der Signalbatterien statistische Daten gesammelt, und nehme dieselben als Anhaltspunct zu den betreffenden Berechnungen.

Bei obiger Bahn entfallen per je ein Läutewerk inclusive der Bureau-Läutewerke in oben an-geführter gemeinschaftlicher Schal-tungsart 2 Meidinger'sche Ele-mente.

Jedes Element consumirt per Jahr circa 8 Pfund Kupfervitriol,

dies entspricht einem gleichzeitigen Verbräuche von circa 3 Pfund Zink und einem Rückgewinn von nahezu 3 Pfund reducirtem Kupfer. Bei dem Umstande jedoch, als man die zur Hälfte abgenutzten Zinkblöcke der positiven Pole gegen neue auswechseln muss, ferner vom reducirten Kupfer kaum die Hälfte ganz rein und verkäuflich ist, stellen sich die Erhaltungskosten per je ein Element im Jahre, wie folgt:

Verbrauch von 8 Pfd. Kupfervitriol à 20 kr. = fl. 1-60	
Verbrauch von 6 Pfd. Zink à 20 kr. = fl. 1-20 fl. 2-80	
Hievon 1½ Pfd. reducirten Kupfer	
in Abschlag gebracht	à 40 kr. fl. 0-60
Differenz	fl. 2-20

Für 518 bei dieser Bahn eingeschaltete Wächter- und Stations-Läutwerke entsprechen 1036 Batterie-Elemente; daher die Gesamt-Batterie-Erhaltungskosten $1036 \times 2-20 = \text{fl. } 2279-20$.

Hiezu wären die Arbeitskosten der Füllung selbst hinzuzurechnen, indem bei den meisten Bahnen die Füllung der Batterien durch eigene Glockenaufseher oder unter Aufsicht der Telegraphen-Inspicienten geschieht.

Rechnen wir obige Arbeitsleistung nur mit fl. 500, so betragen die Erhaltungskosten fl. 2779-20.

Meine Schaltungsart der Batterien, welche ich vorschlagen will, besteht im Wesentlichen darin, dass

in der Ruhezeit, nämlich in den Intervallen, wo keine Signale gegeben werden, ein schwächerer Strom wirkt, und zwar nur von der Intensität, um die bereits angezogenen Anker an den Electromagneten festzuhalten.

(Nach meinen eingehend gemachten Untersuchungen verharren die einmal angezogenen Anker bei der ungünstigsten Regulirung der Wächterläutwerke noch in dieser Lage, wenn man den Strom bis auf 0-4 schwächt; es könnte somit nur diese Stromintensität in der Ruhelage wirksam sein.)

Bei der ersten Stromunterbrechung jedoch erfolgt ein Contact; letzterer bewirkt die Circulation eines stärkeren, zum Gang der Läutwerke nöthigen Stromes, und die sich berührenden Contactflächen können ohne Initiative des Beamten nicht ausser Berührung gebracht werden.

Erst wenn das Signal zu Ende ist, werden diese Contacte vom Telegraphisten, resp. Beamten, getrennt, wodurch abermals bis zum nächsten Signale nur der schwache Strom wirkt. Diese Aufgabe, resp. Schwächung und Verstärkung des Stromes, kann im Wesentlichen auf zweifache Art gelöst werden, und zwar:

a) durch Ein- und Ausschalten eines künstlichen Widerstandes;

β) durch Aus- und Einschalten der Verstärkungsbatterien.

Die Schaltung ad α wird auf folgende Art gelöst:

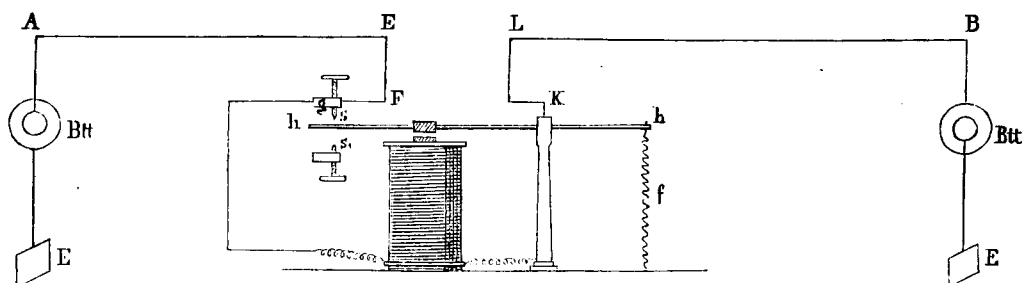
1. Schaltungssystem.

Sei A, B, C, D eine Partiallinie der Signalleitung, deren Widerstand wir mit r bezeichnen. In einer der zwei Stationen A oder B wird ein Relais mit einem Widerstande der Multiplication $= \rho$ (welchen Werth wir später bestimmen werden) derart eingeschaltet, dass das Ende E der Leitung mit einer der 2 Klemmen, welche den Localschluss der Localbatterie gewöhnlich vermitteln, das zweite Ende L mit der zweiten dieser Klemmen verbunden ist.

Letztere 2 Klemmen sind nebstdem mit den 2 Enden der Relais-Multiplication, resp. mit den betreffenden Klemmen in Verbindung. Die Spitze der unteren Stellschraube s_1 besteht wie gewöhnlich bei Schaltung auf Ruhestrom aus einem Beinstift.

Es ist nun klar, dass im Ruhezustand der Linie, nämlich wenn keine Signale gegeben werden, der Relais-Anker vom Electromagnete angezogen wird und der Hebel

Fig. 2.



sich auf der Stellschraube s_1 stützt; der Strom findet nur den Weg durch die Relais-Multiplication. Sobald man jedoch den Strom betreffs Geben der Signale das erste Mal unterbricht, wird der Ankerhebel durch Gegenwirkung der Spirale f abgezogen, kommt mit der oberen Stellschraube s in Contact. Dadurch wird ein kurzer Schluss bewirkt, der Strom hat einen kürzeren Weg ($E F g s h h k L B$) offen und geht nicht mehr durch die Relais-Multiplication.

In Folge des erfolgten kurzen Schlusses verbleibt der Hebel in der oberen Lage fort, erst beim Abgeben des betreffenden Signals drückt der Beamte den Hebel nieder, in welcher letzterer Lage er abermals bis zur nächsten Stromunterbrechung verbleibt.

Den Werth für ρ finden wir auf folgende Art:

Bezeichnen wir die Stromintensität in der Linie AB beim erwähnten kurzen Schluss mit I , so verhält sich letztere zur geschwächten Intensität J (wenn der Strom durch die Relais-Multiplication geht): $I : J = \frac{1}{r} : \frac{1}{r + \rho}$; setzen wir für J den oben angeführten Werth $= 0-4$, so ist $1:0-4 = \frac{1}{r} : \frac{1}{r + \rho}$; diese Proportion gibt den Werth für $\rho = 1-5 r$.

Hier sei noch bemerkt, dass auch ein Relais mit kleinerem Widerstande wie ρ benützt werden könnte, in solchem Falle wäre die betreffende Differenz durch künstlichen dazu eingeschalteten Widerstand zu ersetzen.

Obiger Werth für ρ wäre nur dann ganz richtig, wenn der Widerstand der Batterie $= 0$ wäre. Wüsste man einen genaueren Werth für letzteren zu haben, so müssten wir den Batterie-Widerstand, der übrigens nicht wesentlich diesen Werth modificirt, in Rechnung ziehen und die Formel der Stromverzweigung anwenden.

Wie bekannt, steht die Abnutzung einer und derselben Batterie im directen Verhältnisse zur Stromintensität, somit verhält sich die der beschriebenen Schaltung entsprechende Abnutzung zur früheren wie $0.4 : 1$, und die erzielte Ersparniss pr. Jahr $= 0.6 \times 2779.20 = 1667$ fl.

Die Einrichtungskosten würden betragen:

Anschaffung von 52 Stück Relais für so viel Strecken der Lemberg-Czernowitz-Jassy-Eisenbahn à circa 20 fl. $= 1040$ fl., welche sich schon nach Ablauf von circa 8 Monaten auszahlen.

Die Zeitdauer je einer Batteriefüllung, welche gegenwärtig circa 3 Monate dauert, würde beim obigen Schaltungssystem auf circa $3 : 0.4 = 7\frac{1}{2}$ Monate ausgedehnt werden.

ad β). 2. Schaltungssystem.

Seien $ABCD$ etc. Fig. 3, die Stationen. In den Stationen ACE etc. sind die continuirlich wirkenden Batterien BBB etc. zur Erzielung der Stromintensität $= 0.4$ eingeschaltet, in jenen BD etc. die Verstärkungsbatterien B, B, B

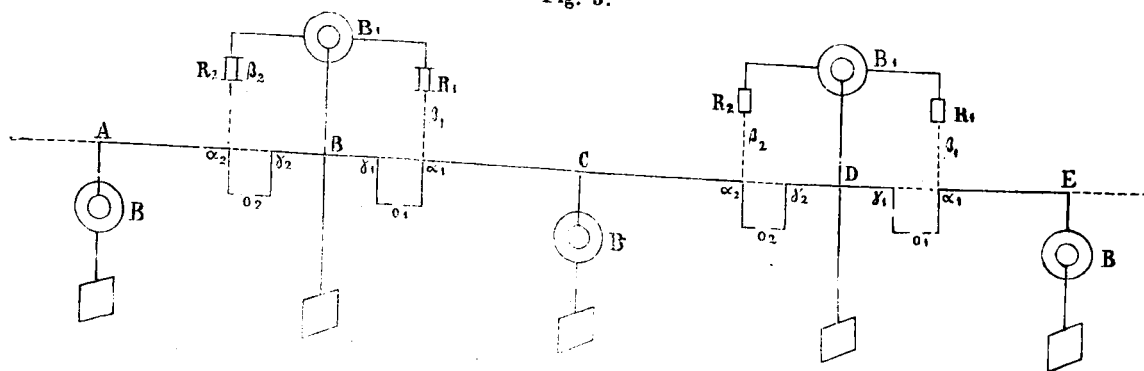


Fig. 3.

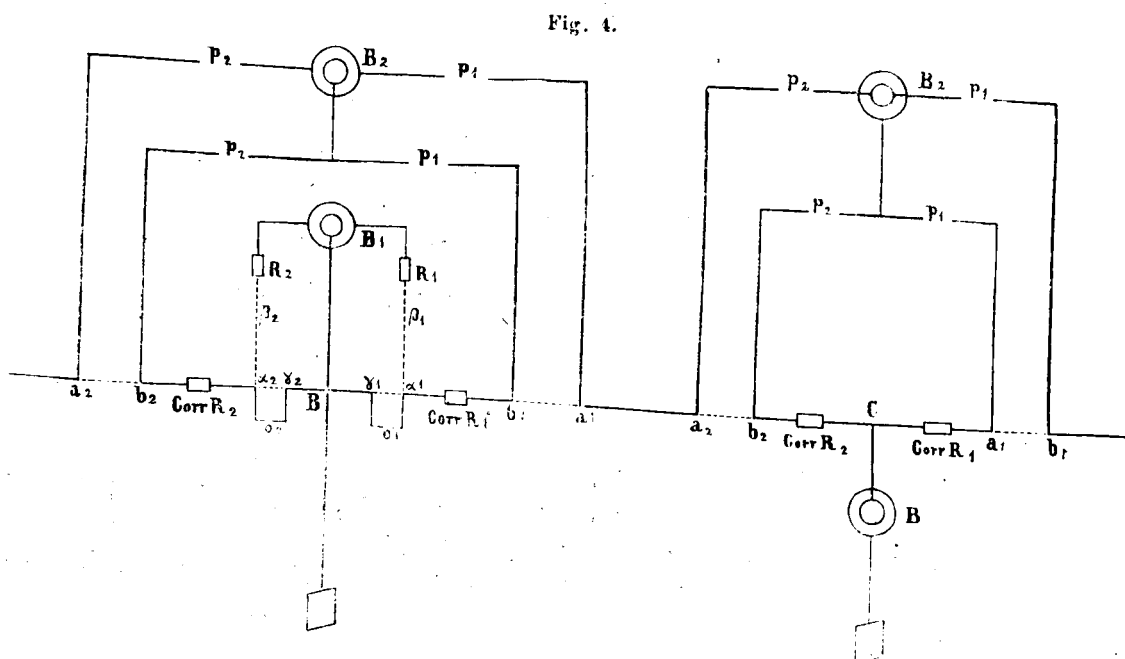


Fig. 4.

etc. Jede der Stationen BD etc. hätte 2 Relais: R_1 und R_2 , bei denen beide 2 Stellschraubenbeständer von einander und vom Ankerhebel zweckmässig isolirt wären.

Beide Schraubenspitzen wären von Metall. Vom Hebelständer und den 2 Schraubenständern führen Drahtverbindungen zu 3 Klemmen, die wir mit α , β und γ bezeichnen, und zwar: Hebelständerklemme α , Klemme der oberen Schraube β und der unteren γ .

In der Ruhezeit werden die Relais-Anker angezogen $\alpha_1 \gamma_1$, $\alpha_2 \gamma_2$ verbunden, und die Batterie B_1 ausser Wirksamkeit, hingegen $\alpha_1 \beta_1$, $\alpha_2 \beta_2$ ausser Verbindung. Wird nur eine der Linien beim Signalgeben unterbrochen, so erfolgt in derselben eine umgekehrte Verbindung der drei Punkte $\alpha\beta\gamma_1$, das ist α mit β in Contact, dagegen wird die Verbindung α mit γ aufgehoben. Die Batterie B wird durch B_1 verstärkt, und es circulirt in der betreffenden Linie der summarische Strom der Batterie B und B_1 .

Die oberen Relaischrauben wären so hoch gestellt, dass die Anker, wie früher gesagt, ohne Initiative des Beamten in der oberen angenommenen Stellung verbleiben müssten.

Sind die Signale zu Ende, so drückt der Telegraphist. respective Beamte, den Relais-Hebel herunter. Nur sei hier bemerkt, dass bei dieser Manipulation, da die Verbindung $\alpha \gamma$ nicht besteht, ein Schlag der Läutewerke entstehen würde: um dem vorzubeugen, müsste man zuerst bei O einen Stöpsel einlegen, und bis α

mit γ in Verbindung getreten, denselben heraus nehmen.

Die Batterie-Erhaltungskosten stellen sich hier noch billiger heraus wie beim Schaltungssystem I, und zwar:

Da hier der Widerstand ρ wegfällt, erfordert die Batterie B nur 0.4 der Elementenzahl. wie dieselbe Batterie im System I. Bei gleicher Intensität betragen daher die Erhaltungskosten gegenwärtig $(0.4)^2$ und die Ersparungskosten $0.84 \times 2779.20 =$ fl. 2334.528.

Die Einrichtungskosten würden dasselbe betragen wie bei System α , da ebenfalls für jede Strecke 1 Relais entfällt. hiemit 1040, welche sich in $1040 \times 12 : 2334.5 = 5.4$ Monaten auszahlen würden. Batterien B dauern wie früher 7.5 Monate. Die Dauer der

Batterien B_1 , welche sehr wenig in Anspruch genommen würden, kann auf eine sehr geraume Zeit ausgedehnt werden, weshalb ich die Erhaltungskosten der letzteren vernachlässigt habe.

Die meisten der Signallinien sind gegenwärtig auch zur telegraphischen Correspondenz zwischen je zwei nächsten Stationen eingerichtet. Betrachten wir nun, ob die beschriebenen zwei Systeme diese telegraphische Correspondenz zulassen.

Das System II würde sich hiezu ganz gut eignen, und zwar auf folgende Art: Fig. 4 stellt dieselbe Schaltung wie Fig. 3 vor, nur sind die Sprechbatterien B_1, B_2 beigegeben und sind, wie Skizze zeigt, mit den anstossenden 2 Signallinien verbunden. In a_1, b_1 und a_2, b_2 ist je ein Taster angebracht.

Wenn nicht correspondirt wird, sind bei p_1 und p_2 die Stöpsel herausgezogen und durch die Taster a_1, b_1 und a_2, b_2 in Verbindung. Beim Correspondiren werden die betreffenden Stöpsel p_1 oder p_2 eingesteckt.

Wenn nun der betreffende Taster nicht angedrückt wird, ist die Batterie B_2 kurz geschlossen, bei jedem Niederdrücken hingegen geht in die entsprechende Signallinie ein Strom von letzterer Batterie; beide Batterien $B_1 + B_2$ sind in der Linie wirksam. Die Federn der Correspondenz-Relais sind so stark gespannt, dass erst die summarische Wirkung der beiden Batterien ein Anziehen der Relais-Anker bewirkt, sonst dieselben in der abgezogenen Stellung verbleiben. Die Batterie B_2 in der Stärke von circa 10 Elementen würde zur Bewegung der Relais-Anker vollkommen hinreichen.

3. Schaltungssystem.

Die ganze Signalleitung wäre, wie Skizze, Fig. 5, darstellt, in Serien getheilt, so, dass jede derselben 4 Stationen umfasst. Die Batterien sind ebenfalls gemeinschaftlich geschaltet.

In den Stationen B und C sind Relais eingeschaltet, deren untere Stellschrauben in Beinspitzen endigen. Der Stellschraubenbeständer wäre vom Ankerhebel, resp. dessen Ständer, isolirt; ferner diese 2 Ständer mit Klemmen δ und δ_1 verbunden (so wie bei jedem Relais).

Klemmen δ sind mit Punkten β und γ , Klemmen δ_1 mit β_1 und γ_1 verbunden.

In der Zeit, wo Wächtersignale nicht gegeben werden, ist zwischen $\beta\beta_1$ und $\gamma\gamma_1$ keine Verbindung.

Es wirken blos die Batterien I und IV, welche die Anziehung der Relais-Anker an die Electromagnete bewirken.

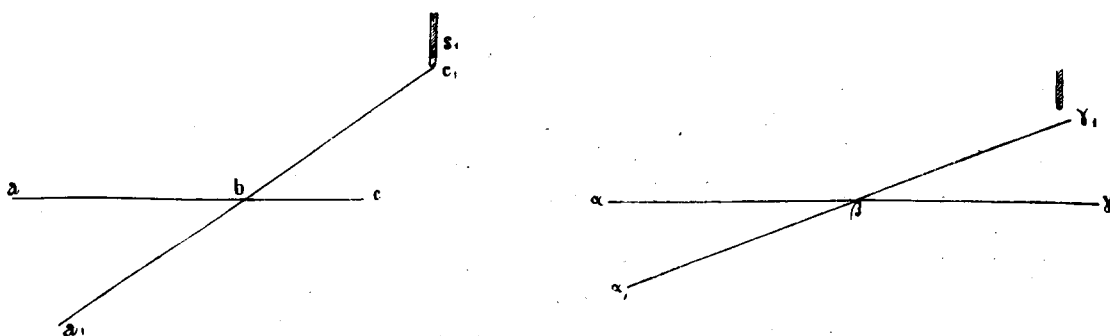
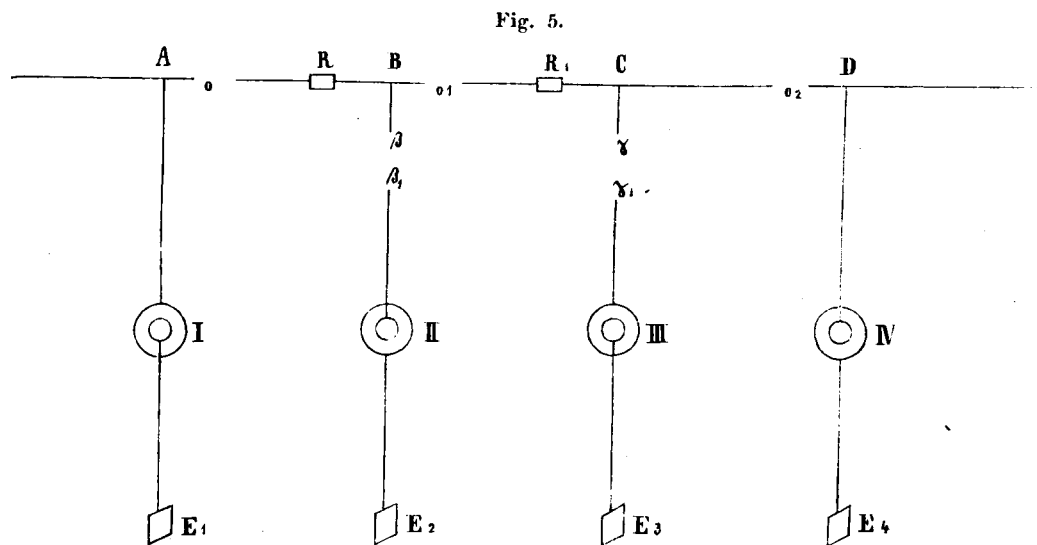
Bei der Annahme, die drei Linien AB, BC, CD wären von gleichem Widerstande, wäre die Intensität des Stromes der obigen 2 Batterien $= \frac{1}{3}$ der Stromintensität in jeder der 3 Linien AB, BC und CD , wenn $\beta\beta_1$ und $\gamma\gamma_1$ verbunden sind, was hinreicht, um die Anker der Wächterläutewerke an den Electromagneten festzuhalten. (Nöthigenfalls könnte die Anzahl der Elemente in obigen Batterien im Verhältnisse etwas grösser genommen werden als jene II und III.)

Wird hingegen in der Linie AB oder CD der Strom unterbrochen, so werden die Ankerhebel der Relais R oder R_1 abgezogen, treten mit den oberen Stellschrauben in Contact, was die Herstellung der Verbindungen $\beta\beta_1$ oder $\gamma\gamma_1$ nach sich zieht, und da man, wie im System β , die oberen Schrauben sehr hoch stellt, können die Hebel ohne Initiative des Beamten nicht mehr aus dieser Stellung herauskommen. Die Unterbrechung in der Linie BC hat den Schluss $\beta\beta_1$ und $\gamma\gamma_1$ zur Folge.

Hier sei noch bemerkt, dass die Unterbrechung in O oder O_2 den Schluss auch beider Verbindungen $\beta\beta_1$ und $\gamma\gamma_1$ bewirken kann, und es ist auch anzunehmen, dass dies immer erfolgen wird, was wir in Folgendem erklären wollen.

Seien ac und $\alpha\gamma$, Fig. 6, die Hebel der Relais R und R_1 .

Wird der Strom z. B. bei O unterbrochen, so gehen beide Hebel in die Höhe; indem aber dieselben nie gleich empfind-



lich gestellt werden können, wird auch ihre Bewegung keine synchronische sein, und Hebel βc ist z. B. schon mit der Schraube s_1 in Contact gekommen, während der Hebel $\beta \gamma$ erst in $\beta \gamma_1$ sich befindet. Ist aber der Hebel βc mit der Schraube s_1 einmal in Contact, tritt auch der Stromschluss im Kreise BDE, E_2 , und der Hebel $\beta \gamma$ wird von seinem Electromagnete angezogen. Da aber, wie oben er-

System II = $2334 \cdot 528$ fl., welche sich in $694 \times 12 : 2334 \cdot 5 = 3 \cdot 6$ Monaten auszahlen würden.

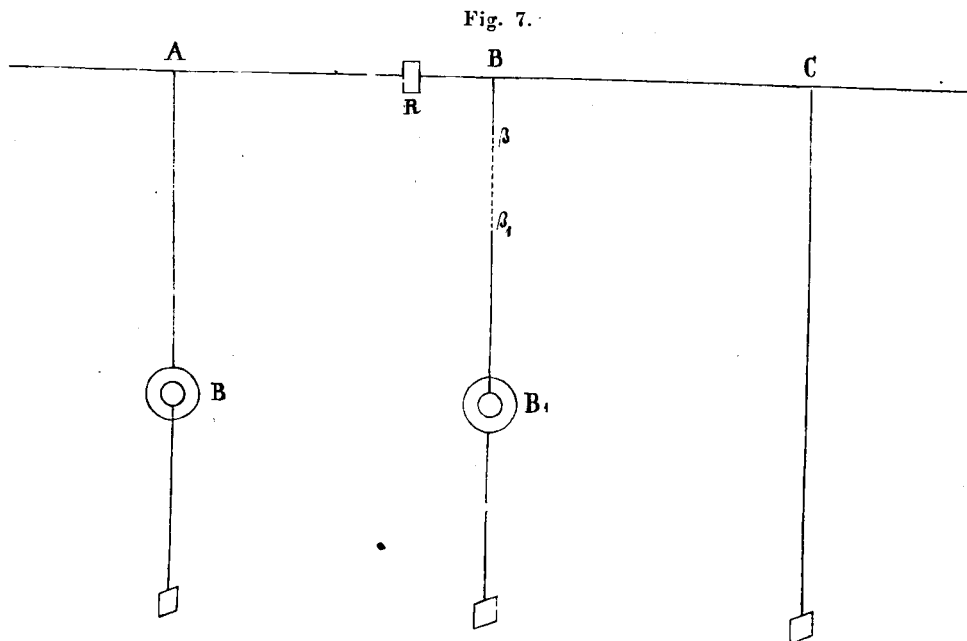
Das System III lässt noch eine Modification zu, und zwar folgende:

Schaltungssystem III a.

Es sind bloß zwei Linien zusammengeschaltet worden,

Fig. 7. Linie AB ist viel grösser als BC , respective erstere von grösserem Widerstande. In der Ruhelage wirkt bloß die Batterie B für beide Linien. Beim Geben der Signale tritt wie beim System III β und β_1 in Verbindung, und in der Linie AB wirken beide Batterien $B + B_1$, in der Linie BC dagegen bloß die Batterie B .

Es könnte die ganze Signalkette, je nach Umständen, theils nach dem System III, theils nach III a eingerichtet werden. Letzteres System wäre dort anzuwenden, wo zwei anstossende Linien in ihrem Widerstande viel differiren, oder falls man in irgend welcher Station keine Batterien anzubringen wünscht. (In nebiger Skizze sind in der Station C keine Batterien angebracht*).



wähnt, die Schraube s_1 sehr hoch gestellt ist, so kann man annehmen, dass der Hebel $\beta \gamma$ sich so weit von dem Electromagnete entfernt hat, dass er in seiner Bewegung nicht mehr aufgehalten werden kann. Bei näherer Prüfung des Systems ist aber klar, dass dies keinen Uebelstand bildet, und auch dann nicht, wenn der Fall sich umgekehrt verhält.

Es muss auch ein zweiter Umstand angeführt werden, und zwar: Beim Geben der Signale auf irgend einer dieser 3 Linien kann auch beim ersten Unterbrechen ein Schlag in den Läutewerken der übrigen 2 Linien erfolgen, jedoch kann das die Signale nicht beirren, da ein separater Schlag als kein Signal gilt.

Das zuletzt beschriebene System III würde ich als das Zweckmässigste erachten, und zwar aus folgenden Gründen:

1. Man braucht nur $\frac{2}{3}$ der Relais R, R_1 wie im System I und II.
2. Die Batterie-Erhaltungskosten betragen dasselbe wie im System II.
3. Dieses System lässt die Einschaltung von Correspondenz-Relais zu, wobei man bis zur 4. Station ohne Uebertragung sprechen kann. Hierbei braucht man nur in A und D je 2 Relais (wo übertragen werden müsste) in B und C je eines. Auch muss man nicht unbedingt jede Station einschalten, z. B. Station B oder C , oder beide können übergangen werden.

Die Einrichtungskosten für Glockensignale allein würden nur $\frac{1}{3}$ des Systems I, also 694 fl. betragen, hingegen jährliche Ersparniss an Batterie-Erhaltung wie im

Die von Herrn Machalski vorgeschlagenen Schaltungssysteme electrischer Signalapparate einer Bahnstrecke sind ganz richtig nach physicalischen Grundsätzen durchgeführt, und verdient dieser Beitrag zur Combinationslehre der Telegraphie alle Anerkennung.

Es wäre nur wünschenswerth, wenn der Herr Verfasser die verschiedenen Schaltungssysteme in etwas mehr deutlicher Art skizzirt und beschrieben hätte, damit selbe nicht bloß Specialisten in der Telegraphie verständlich wären.

Der practischen Anwendung der neuen Schaltungssysteme stellen sich jedoch mannigfaltige Bedenken entgegen. Durch Einschaltung neuer Hilfsapparate und verschiedener Klemmen wird die Signaleinrichtung bedeutend complicirter, und daher mehr Störungen ausgesetzt, als bei der gegenwärtigen einfachen und erprobten Läutewerkeinrichtung.

Die Regulirung der Signalapparate, welche in den Bahnwächterhäusern vielen ungünstigen Einflüssen ausgesetzt sind, hört auf einfach zu sein, und wird nicht wie bisher auch minder geübtem Personal anvertraut bleiben können, weil es nicht so leicht ist, bei einer grösseren Anzahl von Signalapparaten die Entfernung der Ankerhebeln so zu treffen, dass alle Apparate sowohl bei schwachem als bei verstärktem Strom sicher functioniren.

Die vermeintlichen Ersparnisse würden daher nur auf Kosten der Verlässlichkeit der Signaleinrichtung erzielt werden können.

Was übrigens die präliminirten Ersparnisse betrifft, so erscheint die aufgestellte Rechnung nicht ganz richtig.

1036 Batterie-Elemente bilden 173 Signalbatterien à 6 Elementen.

Erfahrungsgemäss consumirt ein Meidinger'sches, in der Sig-

*) Wir erlauben uns, das Urtheil eines bewährten Fachmannes über die von Herrn Machalski vorgeschlagenen Einschaltungsarten der Batterien diesem Aufsätze sofort beizufügen.

nalbatterie beständig eingeschaltetes Batterie-Element jährlich im Maximum 6 Pfd. Kupfervitriol, daher 1 Batterie à 6 Elemente 36 Pfd. à 20 kr. = fl. 7.20
 Die Kosten für zweimalige Auswechslung des Zinkcylinders und für Reparaturen betragen jährlich fl. 6.—
 Summa fl. 13.20
 Dagegen beträgt der Reingewinn pr. Batterie 9 Pfd. galvanisches Kupfer à 40 kr. = fl. 3.60
 ferner 3 Pfd. Zinkabfälle à 7 kr. = fl. —.21
 Summa fl. 3.81

Mithin wirkliche Erhaltungskosten einer Batterie jährlich fl. 9 39 kr. und für 173 Batterien fl. 1624.77.

Da die Batterien viermal des Jahres zerlegt und gereinigt werden müssen, und angenommen, dass ein Arbeiter täglich nur 8 Batterien zu reinigen im Stande wäre, so gibt dies für die Reinigung jährlich 86½ Arbeitstage. Hiefür der Taglohn mit fl. 1.50 angenommen, ergibt für die Reinigungskosten fl. 129.75, daher Gesamtkosten der Batterien fl. 1754.52. Durch Verminderung der Stromintensität wird erspart fl. 1754.52 \times 0.6 = fl. 1052.71.

Nun ist bei dem System Nr. I die Einschaltung von 52 Relais à fl. 24 = fl. 1248.— nothwendig.

Rechnet man für diese neue Auslage die Verzinsung mit 5%, die Amortisirung ebenfalls mit 5% und allfällige Reparaturen jährlich nur mit fl. 30.—, so ergibt dies fl. 154.80.

Die eingeschalteten 52 Relais müssen aber auch zur Zeit, wo Signale gegeben werden, separat bewacht und bedient werden, um den normalen oder Ruhestand der Signalapparate zu bewerkstelligen.

Angenommen, dass die Zeit, welche hiezu in sämtlichen Stationen nothwendig ist, jährlich nur so viel als die Dienstleistung von zwei Hilfsbeamten beträgt, und dass die Bezüge eines jeden derselben fl. 600 sind, so verursacht die neue Läutwerkeinschaltung eine weitere Auslage von fl. 1200, daher zusammen fl. 1354.80 Mehrauslage gegen fl. 1052.71 Ersparniss an Batteriekosten.

Unter solchen Verhältnissen wird es wohl nicht gelingen, dem vorgeschlagenen Schaltungssysteme im practischen Betriebe Eingang zu verschaffen.

Literarische Rundschau.

Dr. Eveleigh's Gas-Erzeugung.

Dr. Eveleigh's System besteht darin, dass zuerst Gas in gewöhnlichen Retorten unter verhältnissmässig niedriger Temperatur erzeugt und sodann der grösste Theil der Oel- und Theer-Rückstände des ersten Processes in Gas umgewandelt wird. Diese beiden Operationen werden selbständig ausgeführt, und das Gas, das auf diese beiden Arten entsteht, wird sodann nach der Erzeugung vereinigt in die Condensatoren und Reinigungs-Apparate geleitet.

Bis jetzt sind zweierlei Versuche mit diesem patentirten Verfahren gemacht worden, und zwar in kleinerem Massstabe in den Peckham Werken, sowie in grösserem durch die East Barnet Gas- and Water Company, welche letztere durch 5 Monate hindurch die Stadt nach der neuen Methode versorgte und sehr befriedigende Resultate erzielte.

Die Kohle wird in circa achtzölliger Schichte in die ovalen oder D-förmigen Retorten ausgebreitet, so dass ungefähr 4—5 Centner per Stück Ladung vorhanden ist, welche nunmehr auf circa 650—700° C. (schwache Rothglühhitze) erwärmt wird, wobei die sich entwickelnden Gase durch ein Ausströmröhr an der Hinterwand der Retorte entweichen könne, um hierauf abwärts in einen hydraulischen Hauptcondensator geleitet zu werden, wo sich die mitgeführten Oele etc. absetzen, u. z. in einer Menge von circa 0.135—0.18 Cubikmeter per Tonne Kohle, je nach deren Qualität sowie nach dem angewandten Hitzegrad.

Die leichten Gase entweichen nun an die Oberfläche des Wassers und von da durch ein Röhr weiter, während die etwas schweren Oele in eine Cisterne und von da in die Destillations-Retorten gelangen. Letztere bestehen aus drei gesonderten Stücken:

1. dem Verdampfungsgefäss,
2. der Zwischenkammer mit einer Trennungswand im Innern,
3. dem Holzkohlencylinder.

Alle drei sind unter einander in Verbindung, da das im Verdampfungsapparat aus den Oelen sich bildende Gas die übrigen zwei Gefässe durchstreichen muss; alle drei werden nach dem Gegenstrom-Princip erwärmt, so dass die Holzkohlencylinder der intensivsten Hitze, d. i. 870° C., der Verdampfungsapparat jedoch nur einer Temperatur von etwa 420 bis 480° C. unterworfen wird.

Die Oele fliessen stets in geringer Menge — etwa 0.027 Cubikmeter pr. Stunde — von oben durch ein Röhr zu und mischen sich nur langsam mit dem im Verdampfungsapparat schon erwärmten Vorrath (wodurch das bisher der Oelverdampfung im Wege stehende Hinderniss, das heftige Aufspritzen, umgangen wird) und sinken immer tiefer, je nach dem Verluste ihrer leichteren Bestandtheile; der Rückstand wird alle zwölf Stunden etwa entfernt.

Die nun entwickelten Oeldämpfe steigen durch ein Röhr in die auf circa 590° C. erwärmte Zwischenkammer, wo die Scheidewand die mechanisch mitgerissenen Oele von dem Weitergange abhält und in den Verdampfungsapparat zurückzufallen nöthigt, und gelangen von da in ein mit glühenden Kohlen gefülltes Gefäss, nach dessen Durchstreichung sie vollends in Gas umgewandelt sind und auch gleichzeitig mit den aus dem früheren Prozesse gewonnenen Gase gemengt werden, um vereint den Condensatoren zugeführt zu werden.

Besonders zu achten bei dieser Art Gaserzeugung ist auf die niedrige Temperatur in den Retorten, da bei hoher der Schwefel sich freiwillig mit der Kohle, sowie den Erdbestandtheilen und dem Kohlenstoff der Cokes, endlich auch dem Wasserstoffgas verbindet, wodurch die Leuchtkraft wesentlich beeinträchtigt wird; während bei niedriger Destillationstemperatur nahezu aller Schwefel sich mit Wasserstoffgas verbindet, und dieses durch die erfolgende Verbindung mit Ammoniak (nach der Absorption mit Wasser) Schwefelammonium gibt, wodurch wieder Wasserstoffgas frei wird und mit dem Leuchtgas entweicht, so dass auch ziemlich schwefelfreie Coke gewonnen werden kann.

Nach diesem Verfahren lassen sich circa 280 Cubikmeter Leuchtgas per Tonne Norfolk Silkstone Kohle erhalten, deren Leuchtwerth etwa 20 Kerzen beträgt, und sind dabei folgende Vortheile zu verzeichnen:

1. Die Menge des Leuchtgases sowie die Güte sind grösser als bei dem nach gewöhnlicher Art erzeugten.
2. Die Arbeit ist keine grössere, auch selbst nicht beziehungsweise jene der Reinigung.
3. Der Brennstoff ist ungefähr der gleiche.
4. Abnützungs- und Theer-Conto sind ungefähr dem bisherigen gleich.
5. Das Gas ist permanent und verursacht keine grösseren Ablagerungen als bisher.
6. Die Cokes sind reichlicher und besser als sonst. Der zu der Erzeugung erforderliche Raum übersteigt den bisherigen nur um ein Viertel etwa, und die Mehrkosten betragen circa 25 Lire per Retorte. (Engineering, 5. Juli 1872.)

Schmalspurige Bahnen.

Die Vorlage der Regierung Indiens, schmalspurige Bahnen betreffend, umfasst eine so grosse Meilenzahl, dass dagegen jene der bisher ausgeführten breiten Linien unbedeutend genannt werden muss, da sich dies Netz planmässig über das ganze Land verbreiten wird. Im äussersten Süden sind zwei Linien projectirt, eine von Beypore nach Cochin, die andere von Erode nach Tuticorin, beide an der Küste. Von Conjeveram bei Madras wird eine kurze Linie nach Cuddalore und von Madras nordwärts eine grosse Hauptlinie an der Küste nach Calcutta gelegt. Ausser diesen werden noch sämtliche wichtigeren Städte, wie Bangalore, Mysore, Bellary und Carwar der Ostküste, sowie Nagpore, Raipore und Chinnore etc. und an der Westseite werden Baroda, Jndore etc. mit Delhi, Agra etc. durch ein Netz verbunden. Im Nordwesten endlich wird demnächst die lange Indus-Thalbahn von Kurachee nach Kotree, von da nach Mooltan, Lahore und Peshawur an der Grenze in Angriff genommen.

Der Entschluss der Regierung, die Meterspurweite zur gesetzlichen zu erheben, rief grosse Opposition unter den Feinden der Neuerung hervor, umso mehr, da bereits circa 22½ deutsche Meilen (ca. 169 Kilometer) im Indus-Thale mit der breiten Spur von 5½ Fuss engl. (1.676 Meter) vollendet sind und sich von Lahore aus gegen den In-

aus nach Kotree weitere 344 Kilometer von demselben Spurmass hin erstrecken.

Es stand der Regierung nur die Wahl frei, entweder diese bereits begonnene Spurweite (von Kurachee nach Kotree) bis Moulton, um eine weitere Strecke von 104 deutschen Meilen = 772 Kilometer, zu verlängern, und eine gleiche Linie von Peshawur (Endpunkt) nach Lahore zu bauen, oder die bereits fertige in eine schmalspurige Bahn umzuwandeln; — sie entschied sich zu letzterem und legte damit den Grund zu einem neuen System im Nordwesten Indiens.

Von den Gegnern dieses Projectes wird sogar zugestanden, dass die Ersparnisse bei der projectirten Gesamtlänge von 5000 englischen Meilen (= 1085 deutschen Meilen oder 8045 Kilometer) à 9,050.000 L. zu Gunsten einer Spurweite von 1'067 M. ($3\frac{1}{2}$ Fuss engl.) gegenüber jener von 1'676 ($5\frac{1}{2}$ ' engl.), somit per Kilometer circa 1240 L. betragen, was jedoch noch weit unter der Wahrheit liegen dürfte, so dass daher deren Einwürfe schliesslich wohl verstummen müssen.

Für kein anderes Land eignen sich schmalspurige Bahnen gerade so sehr wie eben für Indien, wo der Verkehr jahrelang sehr schwach, die Herstellungskosten unter den günstigsten Umständen noch sehr bedeutend bleiben werden; dass diesen Factoren gegenüber der Uebelstand der Veränderung im Spurmass verschwindet, ist für sich klar, sowie auch, dass man unter diesen Umständen nur die Wahl hat zwischen schmalspurigen oder gar keinen.

(Engineering, 26. Juli 1872.)

Leichte Bahnen.

Es gibt gegenwärtig in England drei verschiedene Arten leichter Bahnen für die Landwirtschaft, nämlich:

1. Mit normaler Spur von 4 Fuss $8\frac{1}{2}$ Zoll engl. (1'435 M.) die dem Boden soviel wie möglich folgen, und ihrer geringen Geschwindigkeit wegen, mit der sie befahren werden, auch keinerlei Signal-Apparate u. dgl. benöthigen. Auch Brücken und Wegübersetzungen werden nach Möglichkeit umgangen.

2. Die schmalspurige Bahn, Patent Fell, die den Terrain-unebenheiten ebenfalls folgt und auf verschieden hoch gezimmerten Unterlagen ruht, mit einer Spur von 0'203 bis 0'609 Meter (8 Zoll — 2 Fuss engl.). Eine Bahn dieser Art wurde kürzlich in der Nähe von Aldershot in einer Ausdehnung von circa $\frac{1}{4}$ deutschen Meilen innerhalb 45 Tagen vollendet; die Spurweite ist 0'457 Meter ($1\frac{1}{2}$ ' engl.) und der Zweck der Bahn ist Korntransport; nichtsdestoweniger aber lassen sich auch schwerere Gegenstände, so z. B. Geschütze von 7 Tonnen darauf verführen. Die Kosten dürften 92.200 fl. Oest. Währg. per deutsche Meile gewesen sein.

3. Die Draht-Tramway, welche, ähnlich dem Fell'schen Patent, auf hölzernen oder eisernen Stützen ruht, jedoch nur für Lasten bis zu 10 Centner und für geringe Längen geeignet ist. Die eine dieser Art ist $3\frac{1}{4}$ deutsche Meilen lang, eine andere (Devonshire Ziegeleien) 208 Meter, und jene der Brendon Hill's 0'16 deutsche Meilen lang.

Alle drei haben ihre guten Seiten: unstreitig jedoch die beste von allen ist die kleine Bahn mit normaler Spur des Herzogs von Buckingham von Quainton nach Wotton und Brill, und in allen jenen Fällen besonders zu empfehlen, wo sich Personentransport erwarten lässt. Die Herstellungskosten dieser Linie belaufen sich exclusive Grundwerth*) auf weniger denn 64.540 fl. S. pr. deutsche Meile (wobei noch zwei Güterschoppen, einer von $7'6 \times 7'6$, der andere von $7'6 \times 18'25$ Meter inbegriffen sind. Die Länge beträgt nahezu 1'52 deutsche Meilen. Die Steigungen sind im Allgemeinen günstig von Quainton nach Wotton (welches 50 Fuss unter Quainton liegt) und bestehen im Maximum aus 2 schiefen Ebenen von 1 zu 78. Von Wotton nach Brill jedoch sind stärkere Steigungen, die mit Ausnahme einer ganz kurzen Unterbrechung auf einer fast 0'6 deutschen Meilen langen

Strecke von $\frac{1}{100}$ zu $\frac{1}{51}$ variiren. Auch eine Curve von 12 Ketten (792' englisch) findet sich vor, und zwar bei einer Steigung von $\frac{1}{64}$. Die Gesamthöhe dieses Anstieges von 0'6 Meilen Länge ist etwa 130'. Die Linie wurde am 8. September 1870 begonnen und war im Mai 1872 bis auf ein kurzes Stückchen von 0'27 Meilen im Betriebe.

*) Der Grund gehört dem Herzog von Buckingham zum grössten Theile an.

Für die Erhaltung hat der Herzog zu sorgen. Zu diesem Zwecke sind 9 Mann und 1 Vorarbeiter thätig, deren Unterhalt jährlich circa 3800 fl. S. inclusive Werkzeuge etc. verursacht, so dass mit Inbegriff der Zinsen (10 Procent) für 2 Maschinen, die jährlichen Erhaltungskosten sich zu 6500 fl. für die im Betriebe befindliche Linie Quainton-Wotton (von 0'87 deutschen Meilen Länge, somit per Meile zu circa 7470 fl.) herausstellt. Die Einkünfte pr. l. J. werden zu 13.500 bis 14000 fl. geschätzt. Die Maschine ist eine sechspferdige von Aveling und Porter, zu deren Unterstützung noch ein Pferd für Steigungen dient; sie macht täglich zwei Doppelfahrten, ausgenommen am Donnerstag, wo bloss eine Morgenfahrt unternommen wird, um die übrige Zeit zum Putzen etc. zu verwenden, während für die Abendfahrt bloss das Pferd einen leichten Karren für Milchtransport von Wotton nach Quainton mitnimmt. Eine zweite Maschine derselben Grösse ist im Bau begriffen.

Die Tarife sind namentlich für landwirthschaftliche Producte, Mineralien etc. sehr niedrig gestellt.

Die wirkliche Geschwindigkeit variirt von 0'8 bis 1'7 deutsche Meilen pr. Stunde im Laufe.

Ursprünglich war nicht beabsichtigt, auch Personen zu befördern; allein auf mehrseitiges Drängen wurde im Jänner auch diese Einrichtung eingeführt.

(Engineering, 5. Juli 1872.)

Locomotive mit Warsop's System von erwärmter Luft.

Ein officieller Bericht über die Wirksamkeit eines an der Maschine Nr. 369 der Lancashire und Yorkshire Bahn angebrachten Warsop'schen Apparates constatirt ein Ersparniss von 15 Procent an Brennmaterial.

Bekanntlich besteht die genannte Einrichtung darin, dass mittelst einer von einem Kreuzkopf angetriebenen Pumpe Luft, die sich in der Rauchkammer erwärmt, in den Kessel gedrückt wird. Im vorliegenden Falle betrug der Durchmesser der Pumpe 6 Zoll engl. (0'1524 Meter), der Hub 2 Fuss (= 0'6096 Meter); die Luft wurde in ein geschweisstes schmiedeisernes Rohr von $1\frac{1}{2}$ Zoll (0'038 Meter) Durchmesser und 61 Fuss (18'6 Meter) Länge, das sich in der Rauchkammer befindet, und von da durch ein durchlöcherteres Rohr am Boden in den Kessel eingepresst.

Aus dem beobachteten Indicator-Diagramme der Luftpumpe, sowie der durch ein Pyrometer angezeigten Temperatur in der Rauchkammer — 400 bis 430° C. circa — liess sich nun die per Meile in den Kessel gebrachte Wärmemenge bestimmen; es ergab sich, dass kaum $\frac{1}{2}$ Procent des ganzen zu verdampfenden Betrages an Wasser durch diese verdampft werden konnte. Wenn nun dennoch so günstige Erfolge constatirt werden konnten, so dürfte dies ganz wesentlich dem Umstande zuzuschreiben sein, dass die Cylinder ohne Dampfmantel und nicht besonders gut verthüllt waren, wo allerdings die Einführung erwärmter Luft sehr am Platze ist. An und für sich kommt bei Locomotiven die Oeconomie nicht so sehr in Betracht, und in der That geben die letzten halbjährigen Ausweise von 1871 der Lancashire und Yorkshire Bahn beispielsweise die Kosten für Brennmaterial zu 124 Ls. jährlich an, während jene für Reparatur und Unterhaltung 270 Ls. pro Maschine betragen. Obige 15 Procent Brennmaterialersparniss würden demnach 18 L. 12 S. im Jahre erreichen, gleichzeitig aber durch eine Mehrauslage von 6'9 Procent an Reparaturen etc. wieder aufgezehrt werden — ein Betrag, dessen wirkliche Nachweisung jedoch immerhin nicht so leicht ist, und worüber erst umfangreiche Erfahrungen entscheiden müssten.

(Engineering, 9. August 1872.)

Locomotive der Luxemburger Bahn.

Die grosse Luxemburger Bahn, die sich von Nordwest nach Südwest durch Belgien erstreckt, machte die ersten einleitenden Schritte schon 1845; ungeachtet dessen wurde jedoch die Linie erst 1854, und zwar in einer Länge von circa 2 deutschen Meilen dem Betriebe übergeben, da eine Reihe von finanziellen und politischen Schwierigkeiten sich entgegenstellten. Die Anlagekosten erreichten die Höhe von 1,383.000 fl. S. pro deutsche Meile, was umso höher genannt werden muss, als sich keine Tunnels und grösseren Flüsse vorfinden, auch viel

flaches Land vorhanden ist, und wenig Felseneinschnitte gemacht wurden, da man vorzog, streckenweise Steigungen bis zu $\frac{1}{60}$ anzuwenden, wogegen nur einzelne Strecken doppelgeleisig, sowie die Brückenpfeiler für Doppelgeleise vorgesehen sind.

Vermöge kurzer Verbindungsbahnen an die nördlichen und südlichen Ausläufer der belgischen Staatsbahnen ist eine directe Verbindung zwischen Antwerpen, Ostende und Luxemburg hergestellt. Der Hauptverkehr dieser Bahn besteht in Mineralien*), und nur zum geringen Theil im localen Personentransport, ungeachtet eine beträchtliche Zahl von Durchreisenden diesen Weg von Antwerpen nach Deutschland benützt.

Es gibt im Ganzen 108 Locomotive, und noch bis vor Kurzem wurde der Frachtenverkehr durch 6 Kuppler mit innenliegenden Cylindern von 18 Zoll Durchmesser (457.2 Millimeter) und 26 Zoll (660 Millim.) Hub bewältigt. Die schwersten Maschinen waren bis jetzt sechs Stephenson'sche Achtkuppler mit aussenliegenden Cylindern von $19\frac{1}{16}$ Zoll (500 Millim.) Durchmesser, 26 Zoll (660 Millim.) Hub, deren Räder 3 Fuss $11\frac{1}{4}$ Zoll (1200 Millim.) haben. Die Kessel aus $\frac{1}{4}$ zölligen (16 Millim. starken) Platten haben 4 Fuss 11 Zoll (1498 Millim.) Durchmesser, 16 Fuss $8\frac{3}{4}$ Zoll (5.100 M.) Länge und enthalten 218 Rohre von $2\frac{3}{16}$ Zoll (57 Millim.) äusserem Durchmesser. Sie wiegen, incl. Tender, 66 Tonnen und können eine Last von 316 Tonnen auf $\frac{1}{60}$ Steigung ziehen. Weitere 8 Stück Maschinen dieser Art sind in Vorbereitung.

Auch eine Meyer'sche Maschine (aus der Schweiz) befindet sich dort leihweise; sie wurde von Meyer um den Preis von 70 Frcs. täglich, wenn in Arbeit, und 35, wenn ausser Thätigkeit (Reparatur u. dgl.) entlehnt. Der Kessel befindet sich auf zwei vierrädrigen Dampf-Bogies mit 4 Cylindern von je 13 Zoll (330 Millim.) Durchmesser und 22 Zoll (558 Millim.) Hub (an den inneren Seiten der Bogies) in drei Punkten unterstützt, nämlich durch einen in der Mitte des vorderen Bogie, und zwei hinten in Führungen gleitende Bolzen. Die Cylinder sowie der ganze Mechanismus sind ausserhalb der Räder; die Bogies, wovon der rückwärtige als Führerstand dient, sind unter dem Kessel zusammengekuppelt.

Dadurch, dass sich auf den Bogies Wasser- und Kohlenbehälter befinden, kann in Folge allmäligen Verbrauches keine gleichförmige Vertheilung der Last (auch wenn dies im gefüllten Zustande leicht wäre) erhalten, noch kann ein ruhiger Gang in Curven wegen Schwan- kungen dieser bedeutenden Massen erzielt werden.

In der That zieht diese Maschine von 55 Tons Gewicht nur 280 Tons auf $\frac{1}{60}$ Steigung, was im Vergleiche zu den 46 Tons schweren Achtkupplern (Gewicht ohne Tender) von Stephenson, die 310 Tons ziehen, um so ungünstiger genannt werden muss, als der Preis 40.000 fl. S. beträgt.

Der Umstand einerseits, dass die sonst leistungsfähigen schweren Achtkuppler doch in Folge der todtten Last des Tenders eine verhältnissmässig geringe Ladung zu ziehen vermögen, sowie andererseits, dass die Meyer'sche Maschine nebst ihrer kleineren Leistung noch eine grössere Abnützung der Schienen verursacht, bestimmten nun den Leiter dieser Bahn den Versuch mit einer Fairlie-Maschine zu machen, und zwar einer solchen, wie sie für die mexikanische Bahn von der Yorkshire Company gebaut wurde. Diese hat 12 Räder von $3\frac{1}{2}$ Fuss (1067 Millimeter) Durchmesser unter zwei Dampf-Bogies, deren Cylinder 15 Zoll (380 Millim.) Durchmesser bei 22 Zoll (558 Millim.) Hub besitzen, mit je 8 Fuss (2.438 Meter) Radbasis, so dass die gesammte Radbasis $29\frac{1}{2}$ Fuss (circa 9 Mtr.) beträgt. Die Kessel haben 3 Fuss $10\frac{3}{4}$ Zoll (1.187 Meter) Durchmesser und 10 Fuss 9 Zoll Länge (3.276 M.), und die Heizfläche der Firebox ist 140 Qdr.-Fuss (circa 13 Qdr.-Meter), während jene der 286 Rohre von $1\frac{7}{8}$ Zoll (47.5 Millim.) Durchmesser 1550 Qdr.-Fuss (circa 144 Qdr.-Meter) bieten; die Rostfläche hiebei ist $24\frac{1}{2}$ Qdr.-Fuss (2.274 Qdr.-Meter). Die Maschine führt 990 Cub.-Meter**) Wasser, 2 Tons Kohlen und erforderlichen Falles noch 450 Cub.-Fuss Holz mit sich. Das Gewicht im betriebsfähigen Zustande ist 60 Tons.

*) Kohlen, Cokes und Eisen, erstere von, letztere nach Luxemburg.

**) Circa 200 Zoll-Centner.

Die Maschine, nach dem Präsidenten dieser Bahn „Fenton“ genannt, machte mehrere Probefahrten von Brüssel aus, wo sie auf der Steigung von $\frac{1}{60}$ zwischen Brüssel und Ottignies ganz leicht Lasten von 450—480 Tons zog. Da man jedoch verschiedenen belgischen und französischen Ingenieuren Gelegenheit geben wollte, die Maschine zu sehen, so wurde eine grössere Probefahrt für Namur-Arlon und zurück, eine Strecke von 151.2 Kilometer oder 20.4 deutschen Meilen einge- leitet; die Maschine verliess Namur den 2. Juli mit folgender Belastung.

26 Wagen mit zusammen . . .	135 Tons Eigengewicht
1 Wagen I. Classe und 1 Brems- wagen	15 „ „
Last (Fracht)	259 „ „
22 Passagiere etc.	3 „ „
	412 „ „
Gewicht der Maschine	60 „ „
zusammen	472 „ „

Die erste Fahrt begleiteten verschiedene kleine Unfälle. Zuerst versagten beide (Friedmann'sche) Injectoren (ähnlich jenem kleinen derartigen Zwischenfall auf dem Kohlengleise bei der mexikanischen Maschine*). Nach beträchtlichem Aufenthalte, nach welchem einer der Injectoren wieder in Gang gebracht worden, begann die Maschine die 7.2 Kilometer (circa 1 deutsche Meile) lange schiefe Ebene ausserhalb der Stadt von $\frac{1}{60}$ Gefälle zu erklimmen, was ihr auch mit 1.95 (deutsche) Meilen pr. Stunde Geschwindigkeit ganz leicht gelang.

Bei der Station Nanines musste, wegen Heisslaufen einzelner Theile, abermals Halt gemacht werden, und später, nach etwa 20 Minuten langer Fahrt, auf der nächsten langen Steigung, versagte abermals einer der Injectoren, und kurz darauf mussten die Roststäbe einer Firebox ausgenommen werden, so dass der Zug von anderen Maschinen nach Station Assesses geschleppt werden musste, von wo sie dann nach Ausbesserung dieses Schadens ohne weiteren Unfall bis Jemelle ihren Zug führte; nur die Erhitzung liess nicht nach und war auch der Grund, warum für den nächsten Tag bloss eine Last von 383 Tons mitgenommen wurde. Bei dieser nächsten Fahrt jedoch entleerten sich durch das Reißen eines Rohres die Wasserkästen und ergossen ihren Inhalt auf die rückwärtigen Räder, so dass ein Gleiten derselben eintrat. Den nächsten Tag lief die „Fenton“ mit nur mehr 326 Tons Gesamtlast nach Namur, gelegentlich von einer Hilfsmaschine unterstützt (da es des Warmlaufens wegen nicht möglich war, eine gewisse Geschwindigkeit einzuhalten), und wurde später nach Brüssel in Reparatur gebracht.

Trotz dieser Unfälle, die indess einstimmig der Ausführung und nicht dem Princip oder der Construction**) zur Last gelegt wurden, sprachen sich alle Anwesenden sehr befriedigt über die Leistungsfähigkeit der Maschine aus, und heben namentlich die Ruhe und Stetigkeit ihres Ganges besonders hervor.

(Engineering, 12. Juli 1872.)

Schiffsmaschine von Escher, Wyss & Compagnie in Zürich.

Das bereits mehrfach ausgeführte System dieser Firma, der combinirten Hoch- und Nieder-Druckcylinder, unterscheidet sich diesmal nur in der Construction von ähnlichen Ausführungen, insofern als die beiden Kurbeln nicht unter rechtem Winkel, sondern diametral zu einander stehen, was den Vortheil eines etwas einfacheren Steuerungsmechanismus, nämlich bloss eines gemeinschaftlichen Schiebers ohne

*) S. Zeitschr. 8. Hft. a. c.

**) In einem späteren Berichte eines Herrn Birckel werden der Fairlie-Maschine allerdings einige principielle Mängel vorgeworfen, welche diese unter die Meyer'sche Maschine stellen sollen; neuerliche Zeugenaussagen jedoch, welche namentlich letztere Behauptung zurückweisen, widerlegen auch zum Theil diese sogenannten principiellen Fehler mit Aufrechterhaltung nur einiger kleinen, worunter die Schwierigkeit, den inneren Mechanismus zu schmieren, sowie das zeitweilig zu starke Adhäsionsgewicht die Hauptrolle zu spielen scheinen, und worüber in „Engineering“ vom 9. und 16. August 1872 Ausführliches berichtet wird.

jede weitere Kammer bietet, da es durch die Erfahrung sich bestätigt gefunden hat, dass mit einiger Aufmerksamkeit die Maschine in beliebiger Stellung zur Ruhe gelangen kann, damit die Ingangsetzung ohne Anstand (mit Rücksicht auf die todten Punkte) erfolgt; zur Sicherheit sind allerdings am Umfang der Kurbelscheiben Höhlungen für Hebel angebracht. Ein weiterer Unterschied ist — abermals mit Rücksicht auf die Einfachheit des Ganzen — der Wegfall der Dampf-mäntel, die sonst immer von dieser Fabrik ausgeführt werden.

Die Maschine ist für Doppelschrauben bestimmt; je ein Paar der geneigt oben an einem gemeinschaftlichen Ständer befestigten Cylinder, welche unabhängig von einander arbeiten können, gehört einer Schraube an. Der Condensator ist gemeinschaftlich, jedoch die Luftpumpe für jede Maschine besonders.

Der beiden Maschinen gehörende cylindrische Kessel mit zwei inneren Feuern enthält 114 eiserne Rohre von $2\frac{3}{4}$ Zoll (70 Millim. circa) äusserem Durchmesser und $7\frac{1}{4}$ Fuss (2.209 Meter) Länge. Die Normalspannung beträgt 60 Pfund pr. Quadratzoll; jedoch wurde der Kessel auf das $2\frac{1}{2}$ -fache geprüft. Besondere Dimensionen sind:

a) Maschinen.

Durchmesser der Hochdruck-Cylinder	0' 10"	(0.254 Meter)
Hub	1' 2"	(0.355 "
Durchmesser der Niederdruck-Cylinder	1' 4"	(0.406 "
Hub	1' 2"	(0.355 "
Durchmesser der Luftpumpen-Cylinder	0' 9"	(0.228 "
Hub	0' 11"	(0.279 "
Durchmesser der Leck u. Speisepumpen	0' $2\frac{1}{2}$ "	(0.063 "
Hub	0' 3"	(0.0762 "

b) Propeller.

Durchmesser der Schraube	4' 6"	(1.3715 "
Steigung	5' 9"	(1.7525 "
Zahl der Schaufeln	3	
Zahl der Umdrehungen	150 - 180.	

c) Schiffskörper.

Länge	170'	(51.81 Meter)
Breite	23'	(7 "
Tiefe	7' 6"	(2.286 "
Fassungsvermögen	400 Tons.	

Die Maschinen von je 15 Pferdekraft nominell, zusammen also 30 Pferden, treiben das eiserne, flach gebaute Frachtschiff „Mercator“ auf der Strecke Rotterdam-Mannheim, wo die Geschwindigkeit des Rheins von 2—11' (0.61—3.35 Meter) per Secunde variiert. Stromaufwärts entwickelten sie mit dieser Last von 400 Tons und bei 165 Umdrehungen durchschnittlich per Minute, 125 indicirte Pferdekraften, und verbrannten hiebei 300 Pfund Ruhrkohle pr. Stunde, so dass auf die indicirte Pferdekraft 2.4 Pfund entfallen.

(Engineering, 12. Juli 1872.)

Preis-Ausschreibung.

Der Verein deutscher Eisenbahn-Verwaltungen hat beschlossen, folgende Preisaufgabe zu stellen.

Ein erster Preis von Eintausend Thalern und ein zweiter Preis von Fünfhundert Thalern werden ausgesetzt:

Für die Angabe eines Verfahrens, nach welchem die sogenannten Frachtkarten, welche im Expeditions-

dienste der Eisenbahnen des Vereines in Anwendung sind, mit genügender Deutlichkeit und Dauerhaftigkeit der Schrift dreimal in der Weise copirt werden können, dass dadurch der Expeditionsdienst nicht gestört wird.

Es wird dasjenige mechanische, chemische oder mechanisch-chemische Verfahren für preiswürdig erachtet werden, durch welches die vorgenannte Aufgabe mit dem geringsten Kosten- und Arbeits-Aufwande und in der für den practischen Dienst am meisten geeigneten Weise gelöst wird.

Indem wir diese Preisaufgabe hierdurch zur öffentlichen Kenntniss bringen, und zur Bewerbung auffordern, bemerken wir, dass Auskunft über die bei der Lösung der Aufgabe in Betracht zu ziehenden practischen Gesichtspunkte von der unterzeichneten geschäftsführenden Direction des Vereines, der Direction der Berlin-Anhaltischen Eisenbahn-Gesellschaft, auf schriftliche Anfragen ertheilt werden wird.

Die Bewerbungen müssen bis 31. März 1873 bei der Unterzeichneten mit versiegelter Angabe des Namens des Bewerbers eingereicht werden, und eine so vollständige Darstellung des vorgeschlagenen Verfahrens enthalten, dass aus derselben ein sicheres Urtheil über die Ausführbarkeit und die Zweckmässigkeit des Vorschlages gewonnen werden kann.

Die Entscheidung über die Preise wird in die Hände einer besonderen Commission von Sachverständigen gelegt, demnächst öffentlich bekannt gemacht, und denjenigen, welchen Preise zuerkannt werden, besonders mitgetheilt werden.

Berlin, den 10. August 1872.

Die geschäftsführende Direction des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Fournier m. p.

Berichtigungen

zu dem im 11. Hefte enthaltenen Aufsatz: **Die Donaubrücke der österreichischen Nordwestbahn.**

Nach dem Titel lese man:

Vortrag, gehalten in der Monatsversammlung am 13. April von Moriz Morawitz, Ober-Inspector der österr. Nordwestbahn.

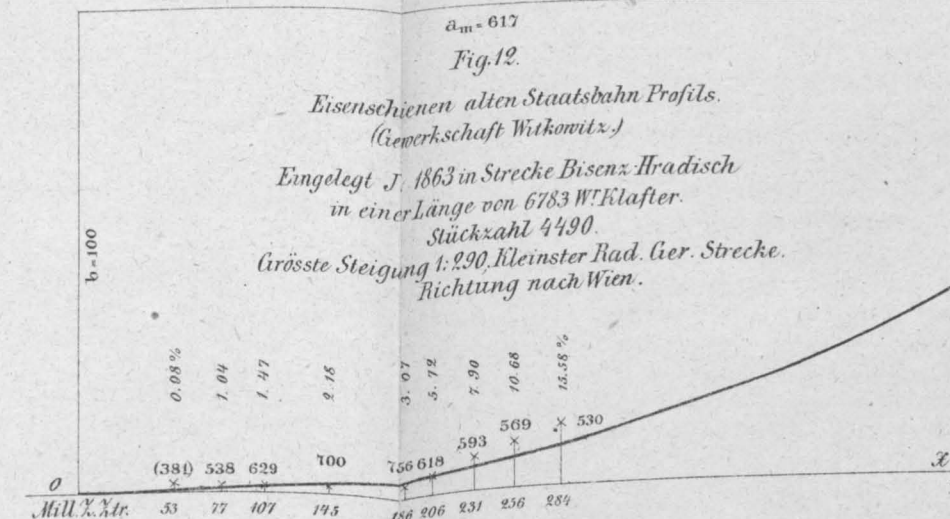
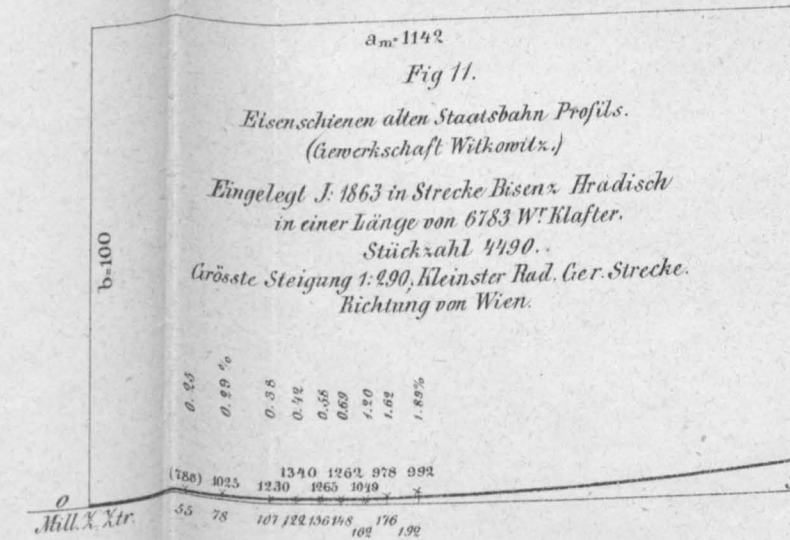
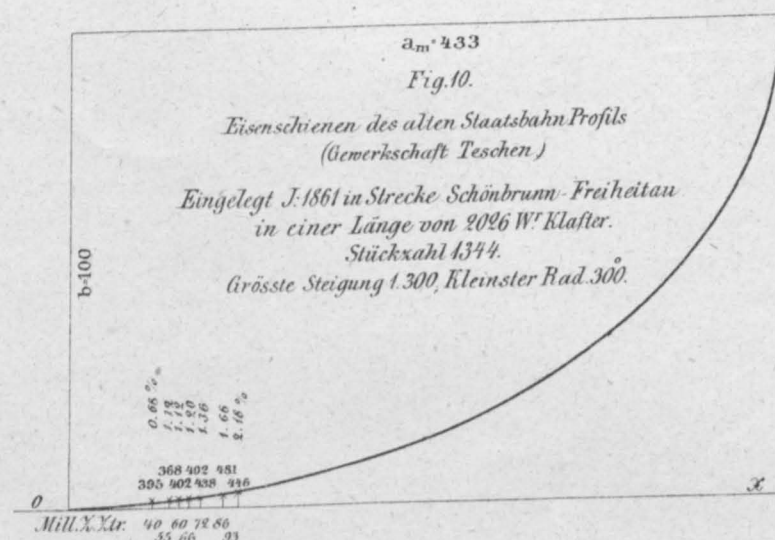
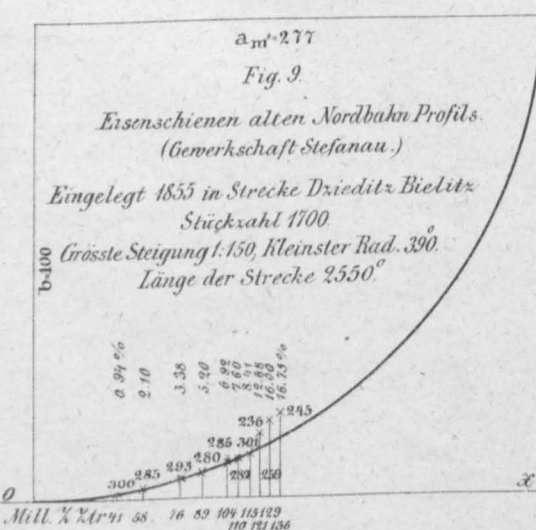
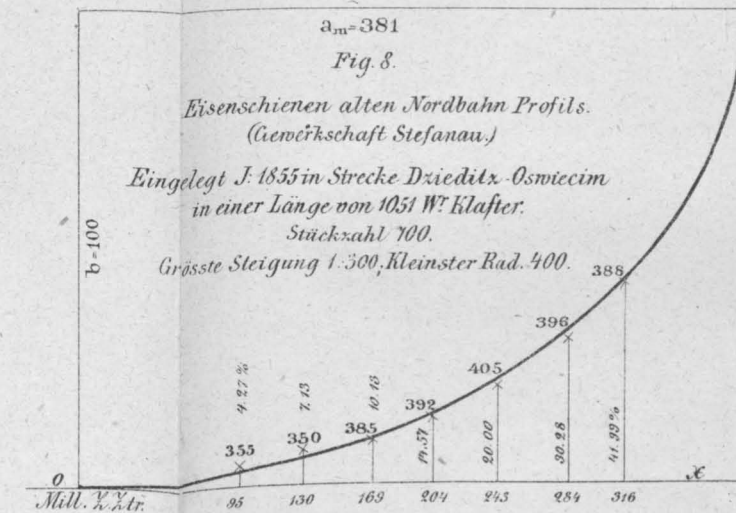
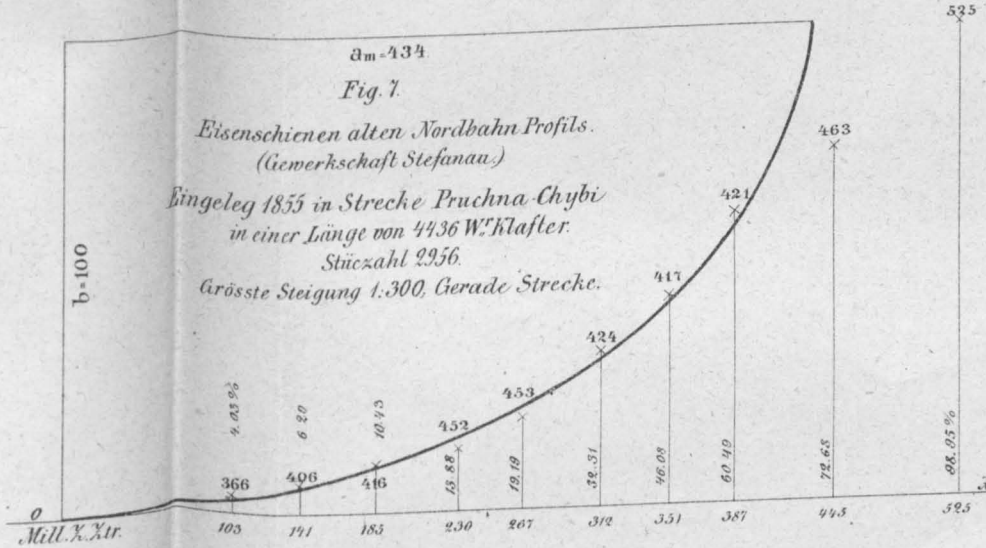
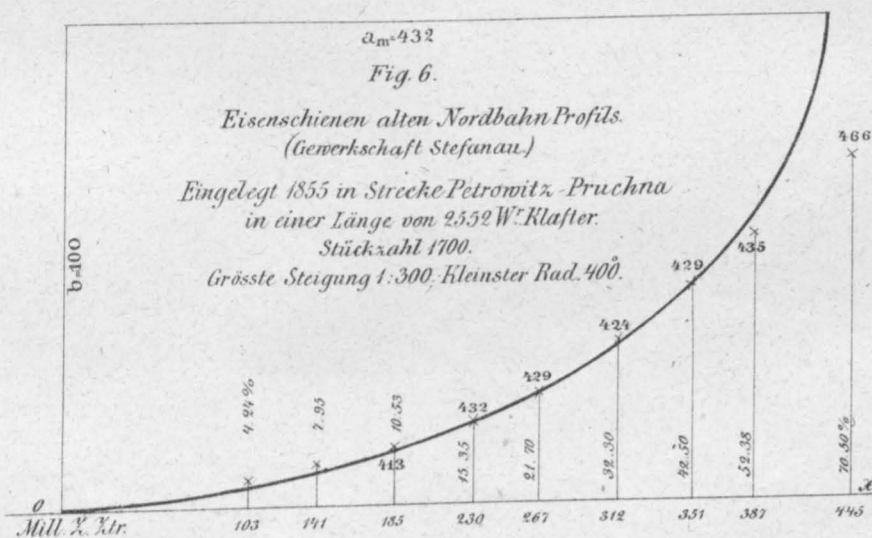
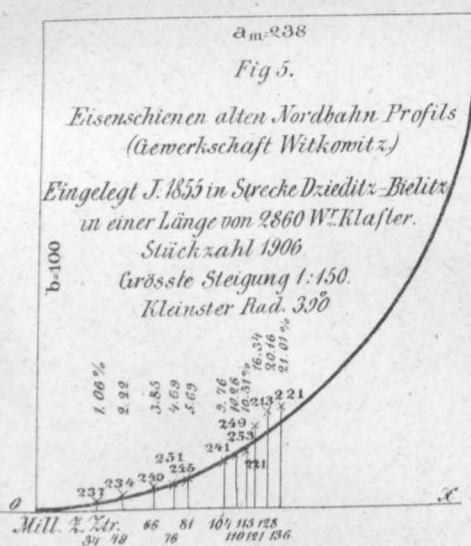
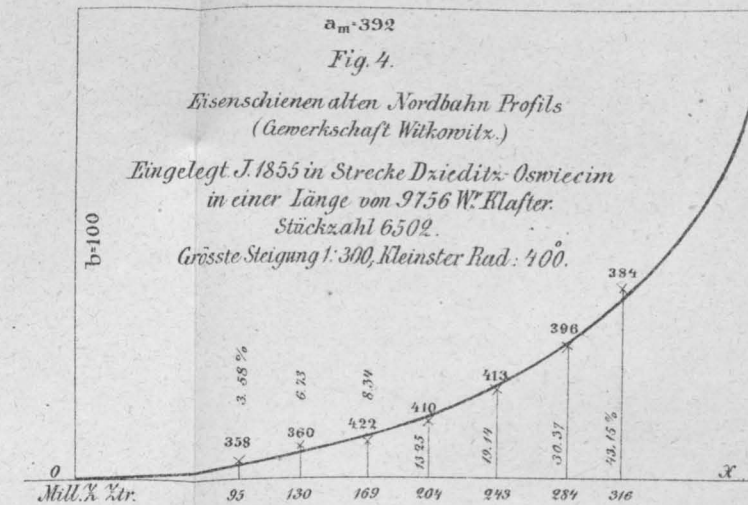
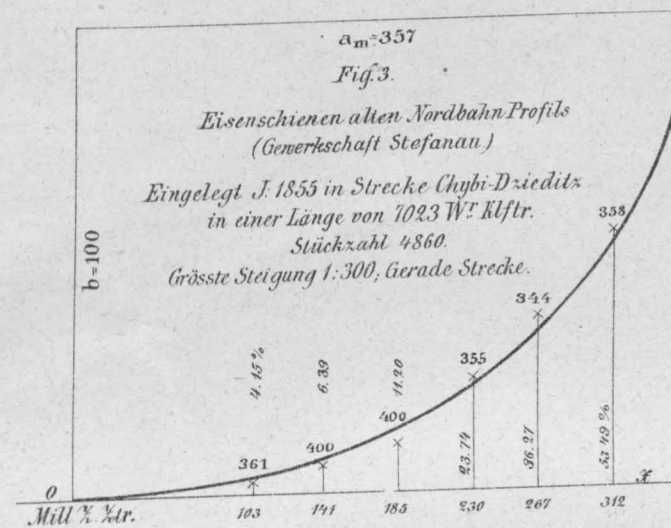
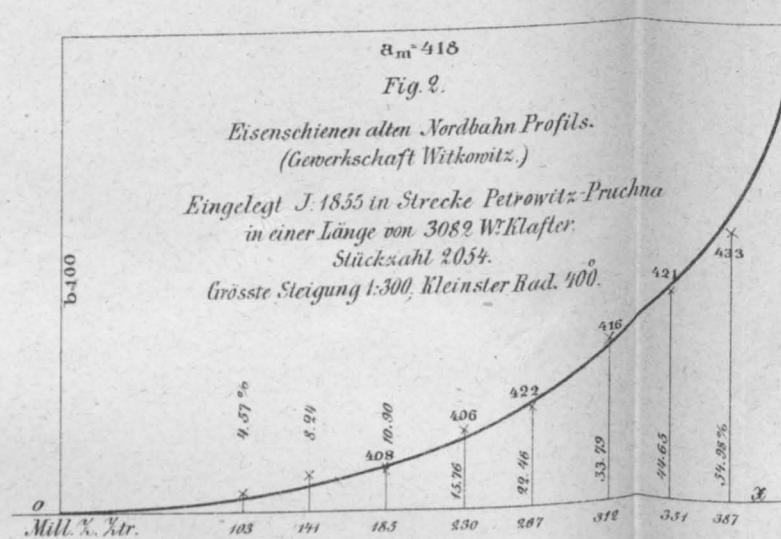
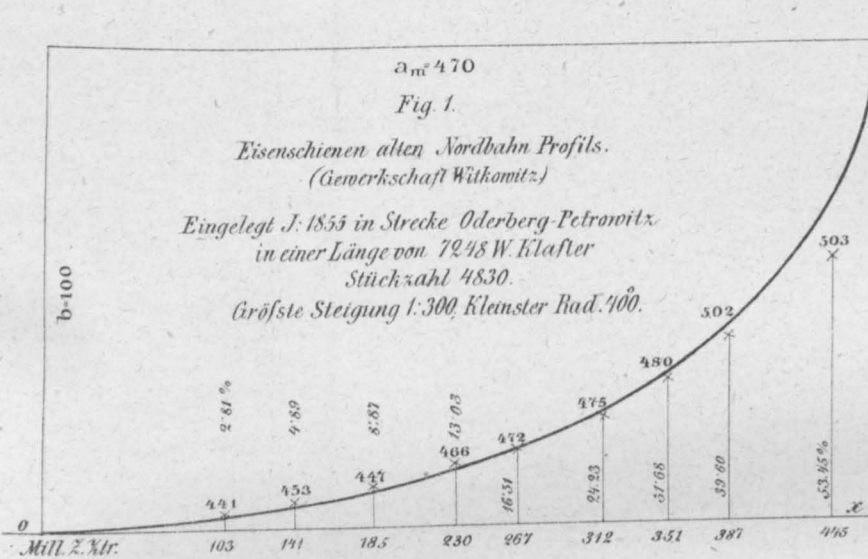
Seite 304, Spalte 2 von Zeile 6 an soll lauten: „Die Fundamentaushebung, welche von der Caissonsfläche, der Beschaffenheit des auszuhebenden Materials, der Fundirungstiefe etc. abhängig ist, zeigt bei den 4 Strompfeilern II bis V, eine Maximalleistung bei dem Pfeiler V, wo im Durchschnitte per Tag mit 2 Schleusen 36.4cm, also per eine Schleuse 18.2cm gewachsener Boden gefördert, und 426mm versenkt wurden, während bei den Inundationspfeilern die Maximalleistung bei dem Pfeiler X, wo durchschnittlich per Tag mit einer Schleuse 19.9cm gewachsener Boden gefördert und 62.7mm versenkt wurden, zu verzeichnen ist.“

Die Minimalleistung ergab in Strome bei dem Pfeiler III, mit zwei Schleusen, eine durchschnittlich tägliche Förderung von 19.4cm gewachsenen Boden, beziehungsweise 9.7cm per 1 Schleuse, und 228mm Versenkung, während bei den Inundationspfeilern die Minimalleistung bei Pfeiler VI erscheint, wo durchschnittlich per Tag mit einer Schleuse 8.6cm gewachsener Boden gefördert und 229mm versenkt wurden.

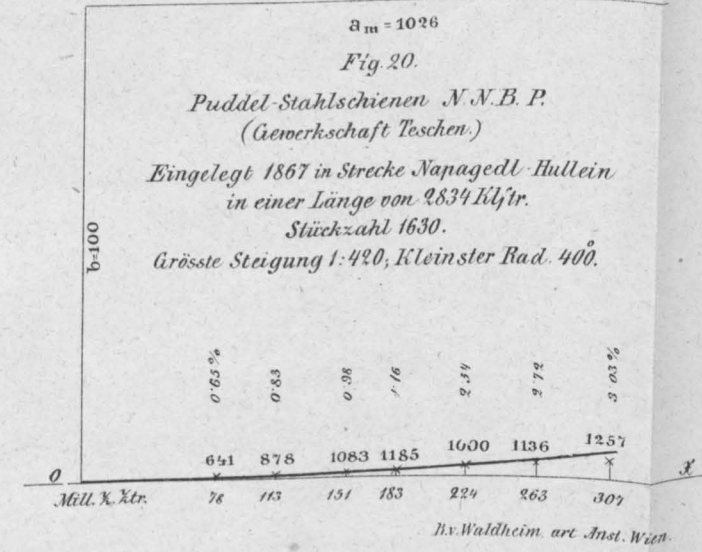
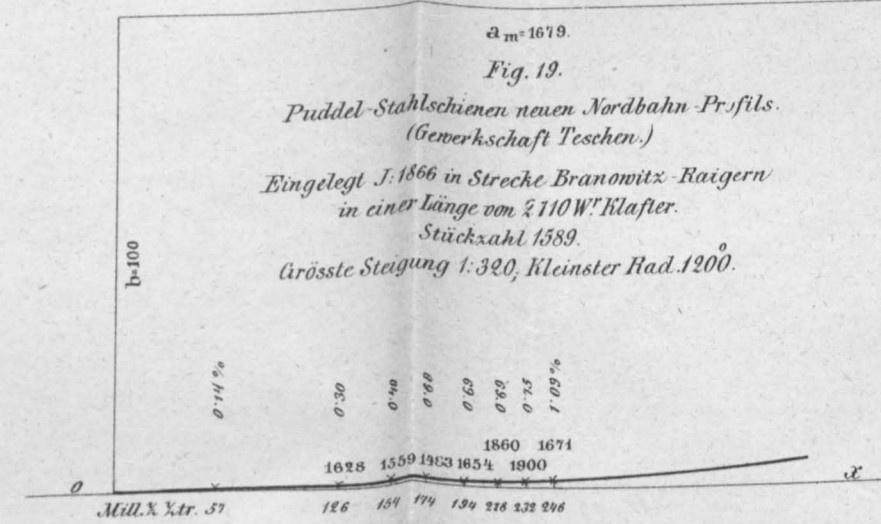
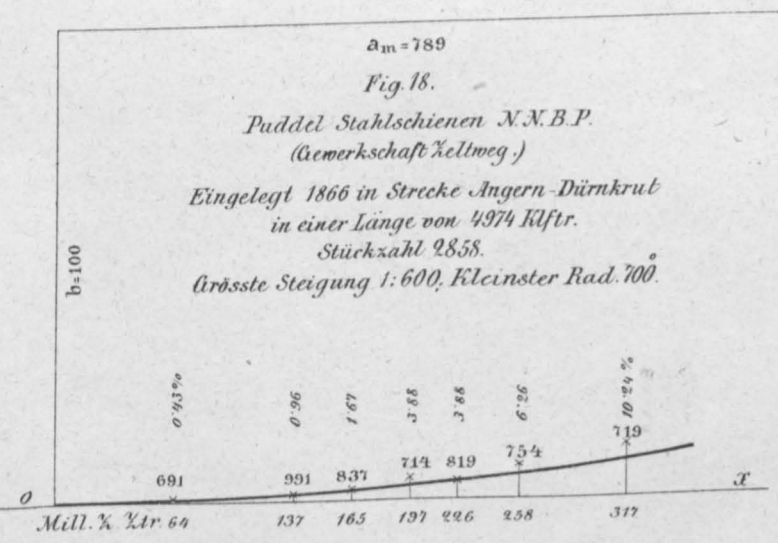
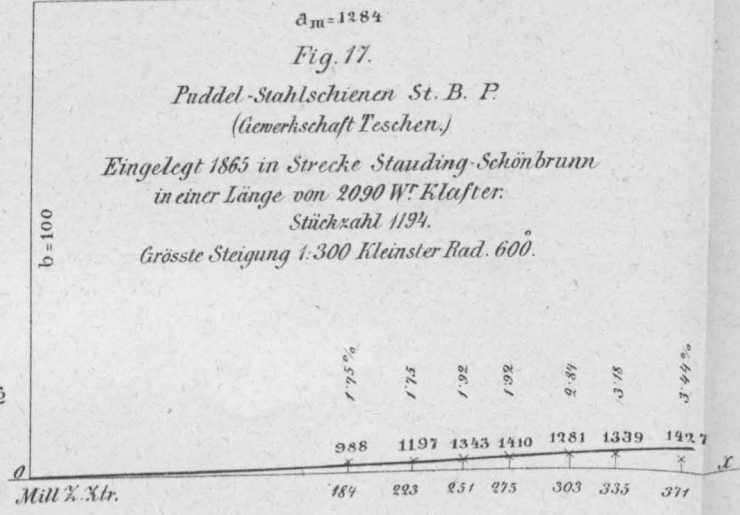
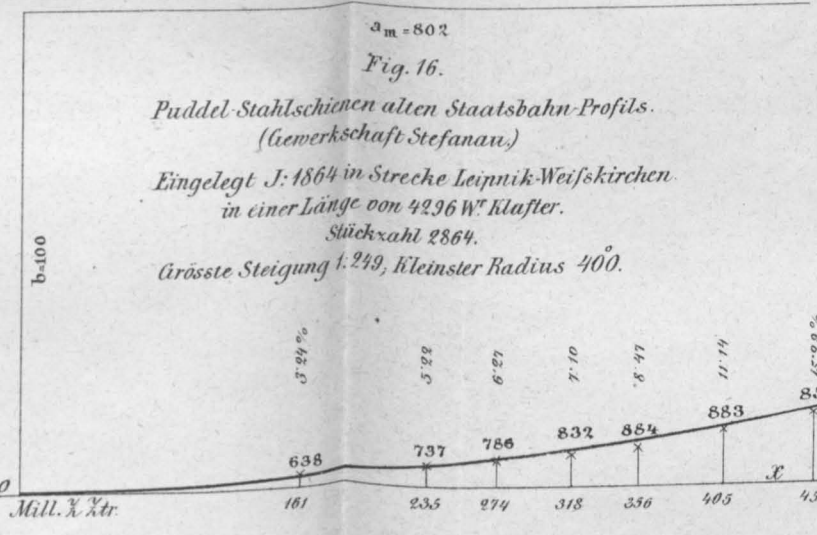
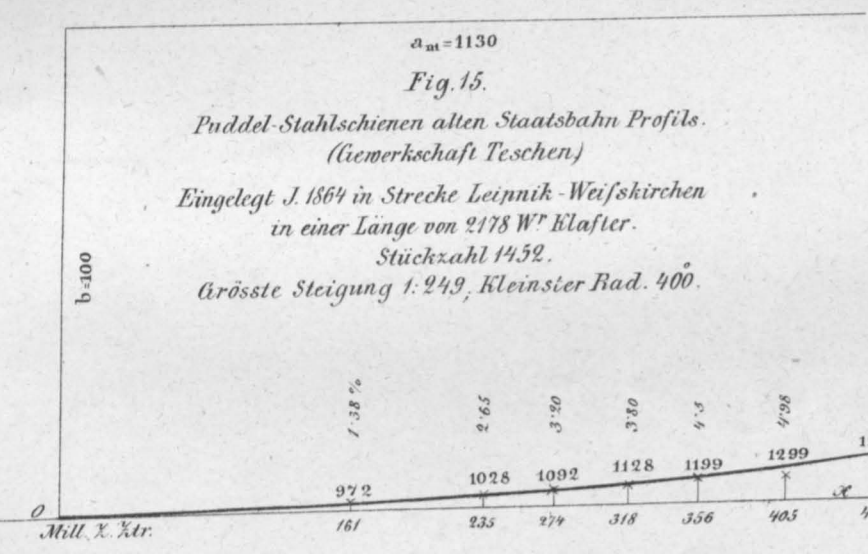
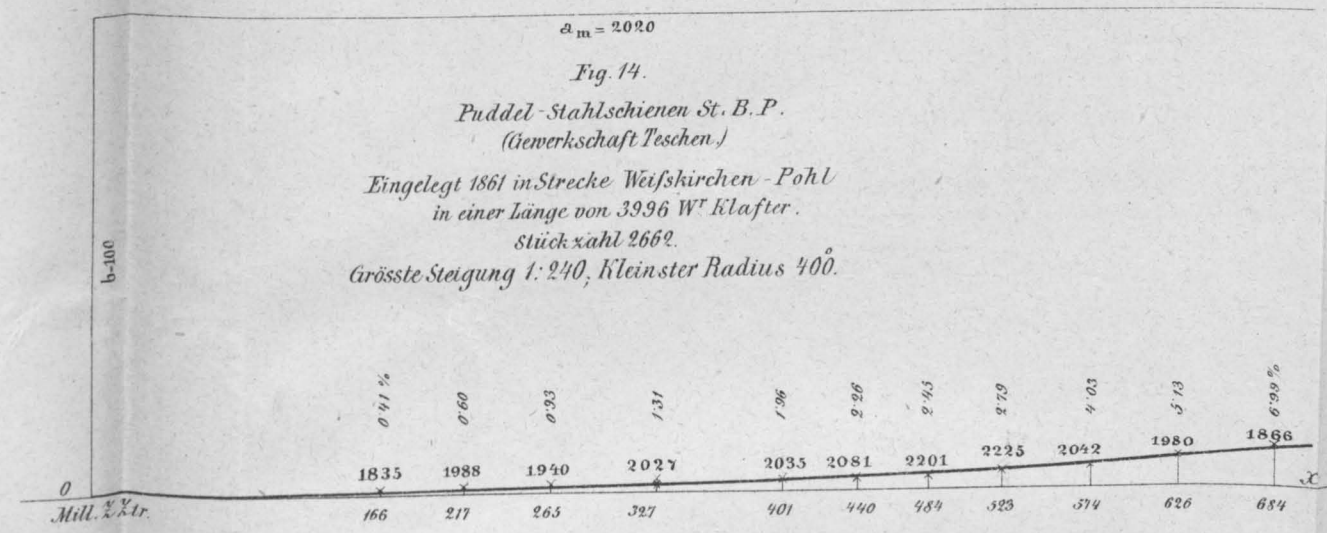
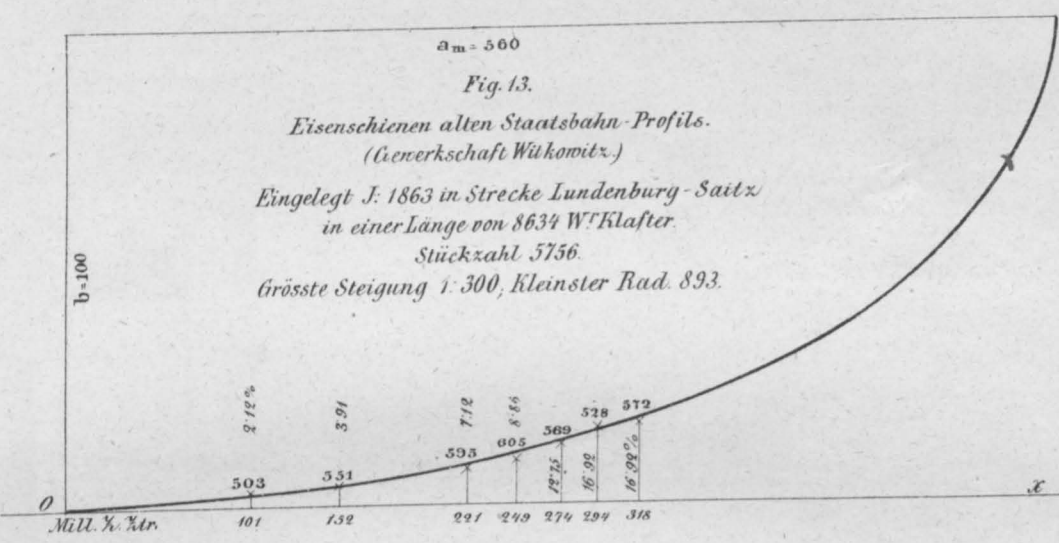
Seite 305, 2. Spalte, Zeile 13 von unten anstatt „Ketten“ „Rollen.“

Zeile 15 von unten anstatt „Trägerwände“ „Tragwände.“

ÜBER ABNÜTZUNG UND DAUER DER EISENBAHNSCHIENEN.
von Franz Stockert, Centralinspector der a. pr. Kaiser Ferd. Nordbahn.



ÜBER ABNÜTZUNG UND DAUER DER EISENBAHNSCHIENEN. von Franz Stockert, Centralinspector der a. pr. Kaiser Ferd. Nordbahn.



VICTOR THALLMAYER DOWNTON PUMPE

Die Schraffirung in den Diagrammen deutet den gleichzeitigen Aufwärtsgang zweier Kolben an.
Taf. R.
Fig. 5.

Fig. 1.

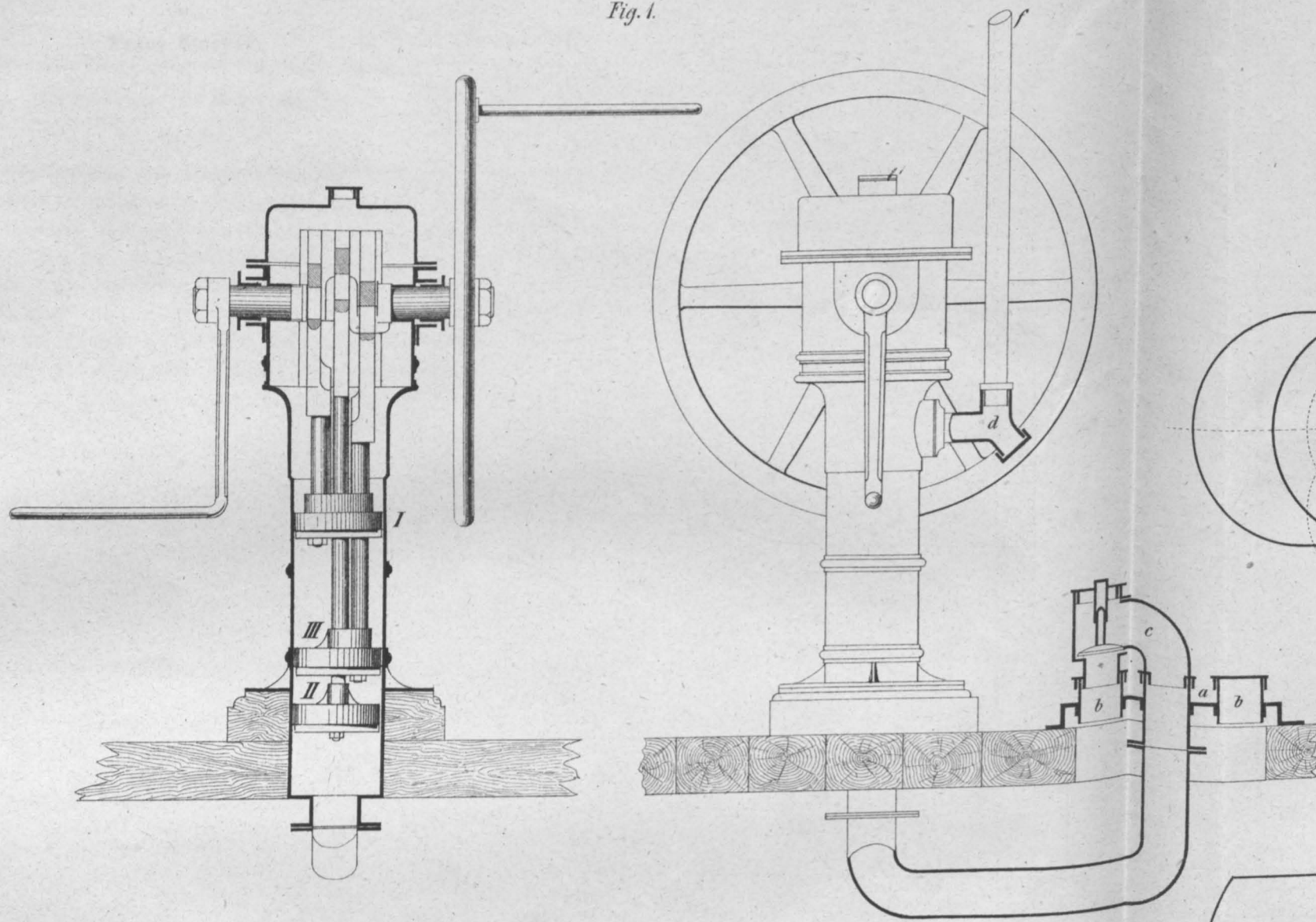


Fig. 2.

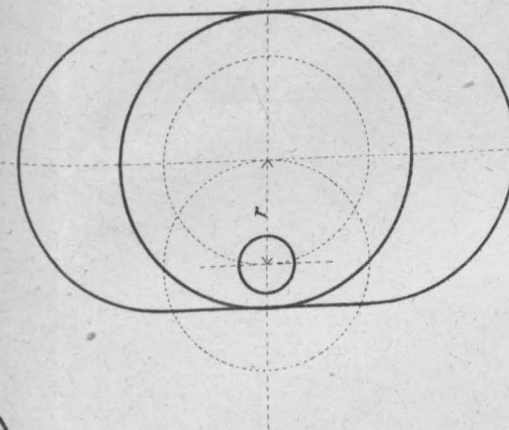


Fig. 6.

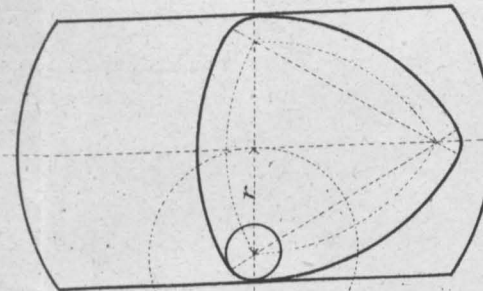


Fig. 4.

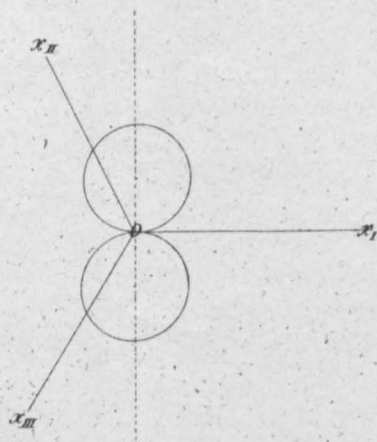


Fig. 3.

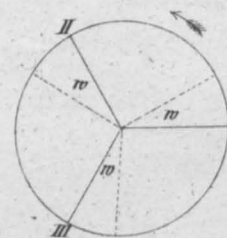


Fig. 12.

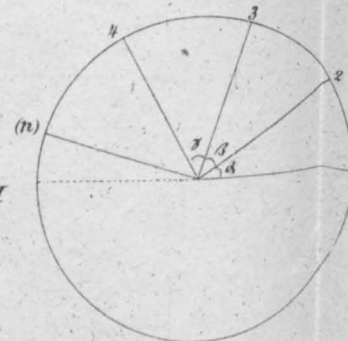


Fig. 13.

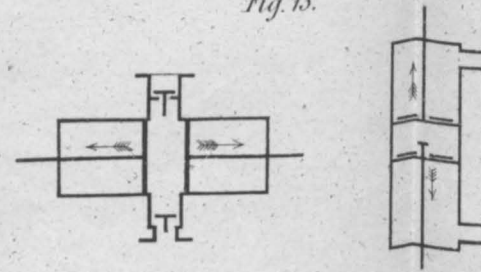


Fig. 10.

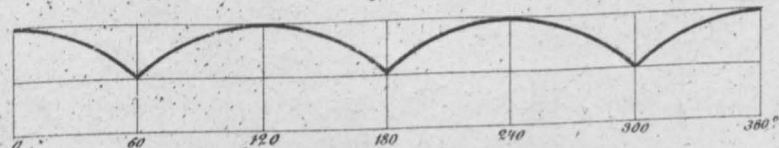


Fig. 8.

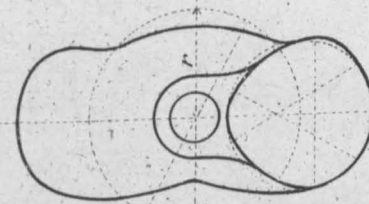


Fig. 11.

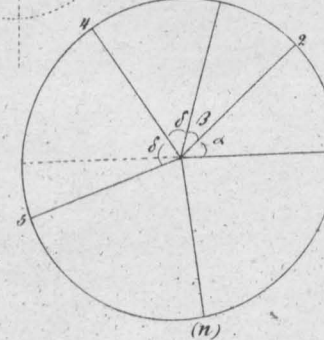


Fig. 7.

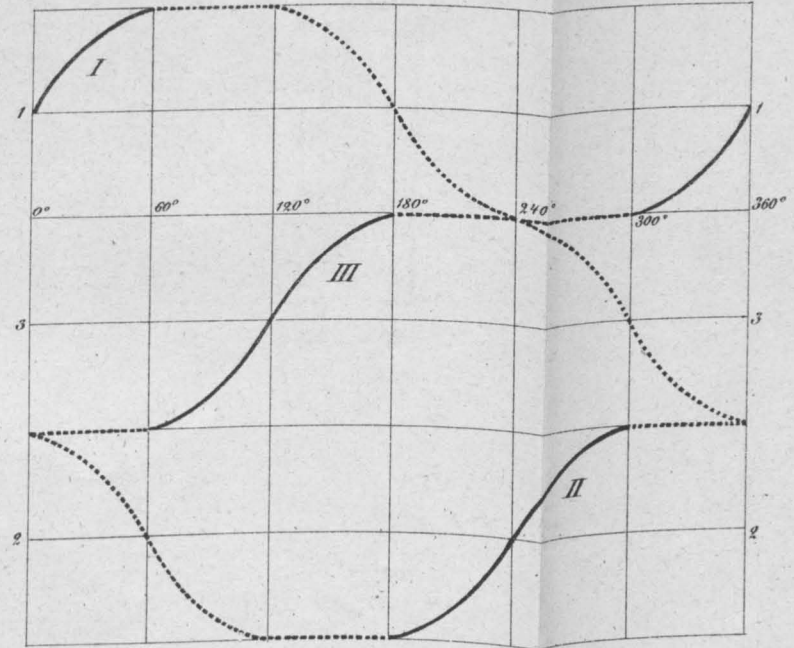


Fig. 9.

